

REC'D 30 SEP 2004

WIPO

PCT



IB/2004/02485

# Ministero delle Attività Produttive

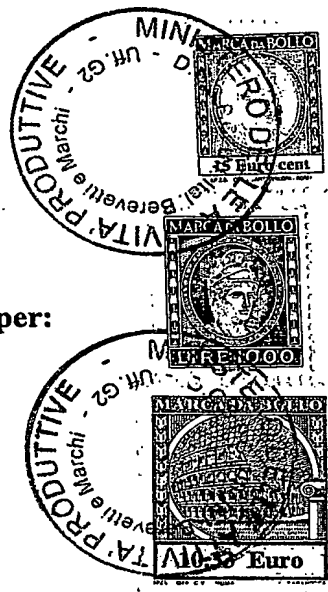
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*

*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*

*Ufficio G2*

**Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:  
Invenzione Industriale N. MI2003A001566 del 31/07/2003 ✓**

Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopra specificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

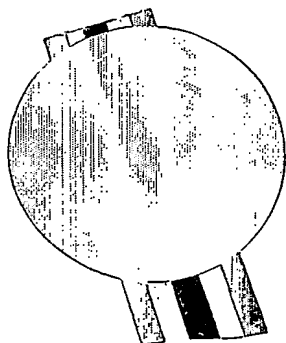


20 AGO. 2004

Roma, li.....

IL FUNZIONARIO

*Elena Marinelli*  
Sig.ra E. MARINELLI



**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**REG. A**

DATA DI RILASCIO      11/11/11

**D. TITOLO**

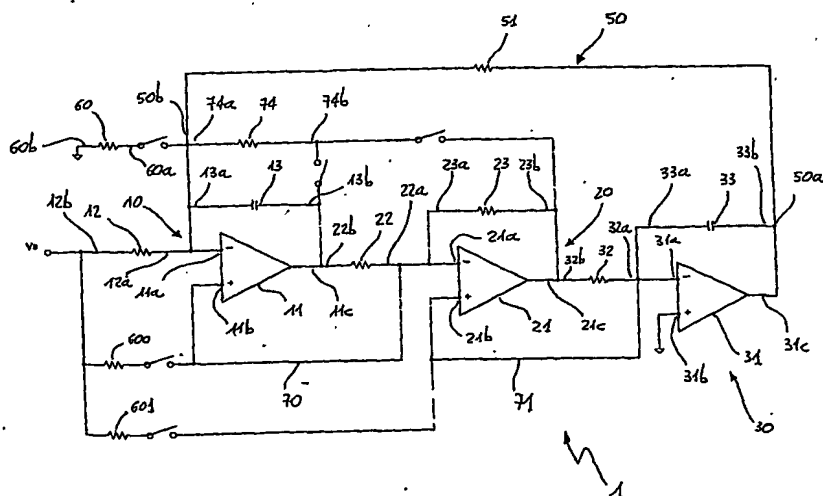
## FILTRO ATTIVO

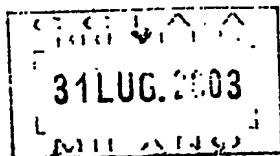
## L. RIASSUNTO

Filtro attivo comprendente un primo stadio (10); un secondo stadio (20) ed un terzo stadio (30), ciascuno dei quali è provvisto di un rispettivo amplificatore operazionale (11', 21, 31); un ramo di retroazione (50), definito da un resistore (51), collega l'uscita (31c) del terzo amplificatore operazionale (31) con l'ingresso invertente (11a) del primo amplificatore operazionale (11). Un resistore principale (60) è collegato tra l'ingresso invertente (11a) del primo amplificatore operazionale (11) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.



## M. DISEGNO





20034001566

**DESCRIZIONE**

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo:

**"FILTRO ATTIVO"**

5 A nome: Sig. Roberto CAVAZZONI, di nazionalità italiana e residente a GUALTIERI (RE)

Mandatari: Ing. Giuseppe Righetti iscritto all'Albo con il n. 7BM, Ing. Carlo Raoul Ghioni iscritto all'Albo con il n. 280 BM, Ing. Martino Salvadori iscritto all'Albo con il n. 438 BM, Fabrizio Tansini  
10 iscritto all'Albo con il n. 697 BM, , Ing. Gianmarco Ponzellini iscritto all'Albo con il n. 901 BM e Ing. Luigi Tarabbia iscritto all'Albo con il n. 1005 B, della BUGNION S.p.A. domiciliati presso quest'ultima in MILANO - Viale Lancetti 17.

Depositato il: DDDDDD

al n.: NNNNNNNN

\*\*\*\*\*

15 La presente invenzione si riferisce ad un filtro attivo e, più in particolare, a tecniche di compensazione dei poli parassiti generati dagli amplificatori impiegati nel filtro stesso.

Come è noto, nello svolgimento di analisi circuitali, vengono utilizzati modelli  
20 matematici per descrivere il comportamento dei vari componenti elettronici e per calcolare, tramite opportuni algoritmi e funzioni, grandezze di interesse relative al circuito in esame.

Un tipico esempio dei modelli matematici utilizzati è rappresentato dalla  
cosiddetta funzione di trasferimento, che descrive, in maniera appunto  
25 funzionale, la relazione esistente tra un segnale posto in ingresso ad un



determinato stadio ed il corrispondente segnale letto in uscita.

I modelli matematici utilizzati, ovviamente, non sono in grado di descrivere in maniera esatta la realtà circuitale alla quale si riferiscono; essi costituiscono solamente descrizioni approssimative e l'accuratezza di ciascun modello è  
5 direttamente legata alla precisione desiderata in relazione ai risultati ottenuti.

Pertanto, l'accuratezza e la complessità del modello impiegato sarà tanto maggiore quanto maggiore è la precisione e l'accuratezza richiesta per i risultati.

Generalmente, le differenze tra il comportamento "reale" di un componente elettronico ed il modello "ideale" impiegato per le simulazioni matematiche  
10 relative a tale componente, vengono chiamate "non idealità".

Nel settore specifico dei filtri attivi, le non idealità di maggior rilievo sono causate dai cosiddetti poli parassiti degli stadi attivi che compongono il filtro  
1 stesso.

Infatti, il comportamento di ciascun amplificatore operazionale viene  
15 influenzato dal condensatore di reazione interno al dispositivo stesso, introdotto per migliorarne la stabilità; di conseguenza, ciascun amplificatore operazionale presenta un contributo capacitivo, non imposto dal progettista, ma intrinseco alla natura stessa del componente, che va ad influire, in maniera non sempre trascurabile, sul funzionamento dell'intero sistema.

20 Scendendo in maggior dettaglio, nel caso in cui si operi con filtri attivi risonanti, gli effetti non ideali dovuti al suddetto contributo capacitivo divengono estremamente significativi anche a basse frequenze, limitando in maniera rilevante le prestazioni e le funzionalità degli stadi attivi ad operazionali e, in particolare, dei filtri ad alta selettività.

25 Una prima soluzione proposta dalla tecnica nota in relazione alle problematiche

sopra descritte è schematicamente illustrata nella figura 1a.

Lo schema circuitale si riferisce ad un amplificatore operazionale, disposto secondo una tradizionale configurazione invertente, con carico capacitivo.

Tramite l'introduzione di un condensatore ausiliario in parallelo al ramo di  
5 reazione (indicato con  $C_f$  in figura 1a), viene realizzata una rete anticipatrice di fase; in questo modo, si ottiene uno zero aggiuntivo nella funzione di trasferimento dello stadio (mentre non viene ottenuto un polo aggiuntivo, visto che i tre condensatori dello schema circuitale di figura 1a sono disposti all'interno di una medesima maglia), in grado di compensare lo sfasamento  
10 introdotto dal polo parassita dell'amplificatore operazionale avente frequenza minore.

Infatti, è noto che ciascun amplificatore operazionale, considerato in anello aperto, presenta generalmente due poli: un primo polo, avente frequenza  
relativamente bassa, nell'ordine di una decina di Hz, ed un secondo polo, avente  
15 frequenza maggiore, nell'ordine nella decina di MHz.

Nel momento in cui l'operazionale viene chiuso in un anello di reazione, la frequenza di tali singolarità subisce l'influenza dei nuovi componenti circuitali introdotti; indicativamente, i due poli ad anello chiuso che si ottengono nella  
funzione di trasferimento generale dello stadio hanno frequenza rispettivamente  
20 di qualche decina di KHz e di qualche MHz.

Il metodo di compensazione sopra descritto, introducendo uno zero avente frequenza sostanzialmente identica a quella del polo parassita a frequenza minore, riesce dunque a compensare l'indesiderato contributo di fase di tale polo  
parassita.

25 Una seconda tecnica di compensazione è schematicamente illustrata nella figura

1b.

Tale schema circuitale si riferisce ad un filtro attivo composto di tre stadi, ciascuno realizzato con un amplificatore operazionale opportunamente retroazionato: in particolare, l'operazionale dello stadio di ingresso è retroazionato tramite un parallelo di un condensatore e di un resistore, mentre l'operazionale dello stadio intermedio è disposto secondo una tipica configurazione invertente; l'amplificatore operazionale del terzo stadio è retroazionato tramite un condensatore, in modo da formare un convenzionale stadio integratore.

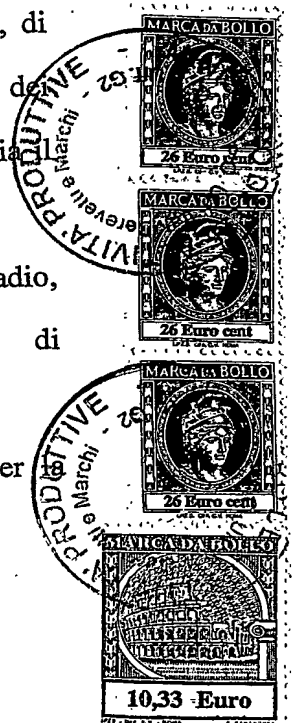
Il collegamento aggiuntivo, realizzato con fini compensativi, è indicato con la lettera "X" nella figura 1b.

Il suddetto collegamento "X" ha lo scopo, in generale, di eliminare gli effetti parassiti dovuti ad uno degli elementi attivi presenti e, più in particolare, di limitare la dipendenza del comportamento del filtro dalle derive termiche dei suoi componenti; infatti, come è noto, ciascun componente elettronico varia il proprio comportamento in funzione della temperatura a cui si trova.

In questo modo, viene aumentato il fattore di qualità Q del terzo stadio, rendendolo maggiormente preciso nell'intorno della frequenza di funzionamento.

Tuttavia, tale fattore di qualità rimane comunque abbastanza basso (per particolare configurazione illustrata, a basse frequenza è pari a circa

$$Q = \frac{1}{2 \left( \frac{1}{|A|^2} + \frac{1}{A_0} \right)}$$



dove  $|A|$  è il modulo del guadagno dinamico, ad anello aperto, ed  $A_0$  è il guadagno statico ad anello aperto) e, corrispondentemente, il filtro risulta in ogni caso non pienamente performante.

Ulteriori inconvenienti presentati dalle soluzioni proposte dalla tecnica nota si riferiscono sostanzialmente al fatto che tali tecniche sono in grado di compensare le non idealità introdotte da un singolo stadio attivo, senza poter operare in maniera efficace su eventuali stadi collegati a monte.

In altre parole, utilizzando le soluzioni note, è possibile compensare esclusivamente gli effetti parassiti riconducibili ad un'unica singolarità, senza viceversa poter influire sulle non idealità dovute ad eventuali altri poli parassiti.

In aggiunta, facendo riferimento alla soluzione schematizzata in figura 1a, bisogna sottolineare come l'introduzione del condensatore  $C_f$ , nonostante consenta di compensare lo sfasamento introdotto dal polo parassita a frequenza minore, introduca contestualmente ulteriori non idealità, dovute al comportamento reale del condensatore (comportamento che varia, in maniera non prevista dai modelli generalmente utilizzati, in funzione della temperatura, della frequenza e, più in generale, dalle condizioni di funzionamento del sistema).

Pertanto, i risultati ottenuti con uno stadio di questo tipo sono comunque poco soddisfacenti e di qualità limitata.

Scopo della presente invenzione è quello di risolvere gli inconvenienti sopra descritti.

In particolare, scopo del presente trovato è quello di fornire un filtro attivo il cui comportamento "reale" sia estremamente simile a quello "ideale".

Ulteriore scopo della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un

filtro attivo nel quale vengano compensati gli effetti non ideali dovuti ai poli parassiti introdotti dagli stadi di amplificazione utilizzati.

Un altro scopo del presente trovato è quello di fornire un filtro attivo nel quale vengano compensati gli effetti di una pluralità di poli parassiti, dovuti a uno o  
5 più stadi di amplificazione tra loro collegati in cascata o in parallelo.

Scopo ulteriore della presente invenzione è quello di mettere a disposizione un filtro attivo efficiente e funzionale, caratterizzato da una significativa semplicità dal punto di vista dell'implementazione circuitale e da una rilevante economicità sotto il profilo dei costi di realizzazione.

10 Questi ed altri scopi ancora sono sostanzialmente raggiunti da un filtro attivo secondo quanto descritto nelle unite rivendicazioni.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi appariranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di una forma di realizzazione preferita ma non limitativa di un filtro attivo mostrata nelle unite figure, in cui:

- 15 - le figg. 1a e 1b mostrano lo schema circuitale di filtri attivi compensati secondo la tecnica nota;
- le figg. 2-15 e 16-72 mostrano varie forme di realizzazione del filtro attivo secondo la presente invenzione;
- le figure 15a, 73-76 mostrano alcuni stadi circuitali che possono essere  
20 impiegati nel filtro secondo l'invenzione.

Il filtro attivo secondo il presente trovato è indicato nelle unite figure con il numero 1.

In generale, il filtro attivo 1 è provvisto di un primo stadio 10, di un secondo stadio 20 e di un terzo stadio 30, ciascuno presentante un rispettivo  
25 amplificatore operativo 11, 21, 31; il primo amplificatore operativo

presenta un ingresso invertente 11a, un ingresso non invertente 11b ed un'uscita 11c.

Analogamente, il secondo amplificatore operativo presenta un ingresso invertente 21a, un ingresso non invertente 21b ed un'uscita 21c, ed il terzo  
5 amplificatore operativo 31 presenta un ingresso invertente 31a, un ingresso non invertente 31b ed un'uscita 31c.

Scendendo in maggiore dettaglio, nelle figure 2-15, il primo stadio 10 comprende inoltre un primo resistore 12, che ha una prima estremità collegata all'ingresso invertente 11a del primo amplificatore operativo 11, ed una  
10 seconda estremità 12b, impiegata per l'inserimento di un segnale di ingresso  $V_s$ ; quest'ultimo viene elaborato dai vari stadi che verranno qui di seguito descritti, per essere filtrato in funzione delle caratteristiche circuitali di ciascuno stadio.

Il primo stadio 10 comprende inoltre mezzi di retroazione 13, presentanti una prima estremità 13a collegata all'ingresso invertente del primo amplificatore  
15 operativo 11, ed una seconda estremità 13b collegata all'uscita 11c del medesimo operativo 11.

I mezzi di retroazione 13 possono essere costituiti sia da un singolo condensatore, collegato tra l'ingresso invertente 11a e l'uscita 11c dell'operativo 11, sia da un resistore, collegato alla stessa maniera  
20 all'operativo 11, sia da una qualsiasi combinazione di un condensatore e di un resistore.

In questo modo, il primo stadio 10 può realizzare sia un integratore (nel caso in cui si utilizzi un solo condensatore), sia un invertitore (nel caso in cui si utilizzi solo un resistore).

25 Il secondo stadio 20 è provvisto di un primo resistore 22, avente una prima

estremità 22a collegata all'ingresso invertente 21a del secondo amplificatore  
operazionale 21, ed una seconda estremità 22b collegata all'uscita 11c del primo  
amplificatore operazionale 11.

Associato al primo resistore 22 vi è un secondo resistore 23, presentante una  
5 prima estremità 23a collegata all'ingresso invertente 21a del secondo  
operazionale 21, ed una seconda estremità 23b collegata all'uscita 21c del  
medesimo operazionale 21.

Di conseguenza, il secondo stadio 20 definisce un invertitore, cioè un blocco  
circuitale che fornisce in uscita (tramite l'uscita 21c del secondo amplificatore  
10 operazionale 21) un segnale proporzionale ed opposto in segno al segnale  
ricevuto in ingresso (tramite la seconda estremità 22b del primo resistore 22).

Il terzo stadio 30 è provvisto di un resistore 32, che collega tra loro il secondo ed  
il terzo operazionale 21, 31; infatti, il resistore 32 presenta una prima estremità  
32a collegata all'ingresso invertente 31a del terzo amplificatore operazionale 31  
15 ed una seconda estremità 32b collegata all'uscita 21c del secondo amplificatore  
operazionale 21.

Per poter operare correttamente, il filtro 1 è inoltre provvisto di un ramo di  
retroazione 50, presentante una prima estremità 50a collegata all'uscita 31c del  
terzo amplificatore operazionale 31, ed una seconda estremità 50b collegata  
20 all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11.

Preferibilmente, il ramo di retroazione 50 è definito da un resistore 51, come  
illustrato nelle unite figure.

Inoltre, il filtro 1 è provvisto di un resistore di retroazione 74, presentante una  
prima estremità 74a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operazionale  
25 11, ed una seconda estremità 74b; quest'ultima può essere collegata all'uscita



11c del primo operativo 11, o all'uscita 21c del secondo operativo 21.

Come ulteriore alternativa, entrambi gli interruttori associati alla seconda estremità 74b del resistore di retroazione 74 possono essere aperti, in modo da escludere il resistore 74 stesso.

5 Si noti come nelle unite figure siano mostrati, in diversi collegamenti, degli interruttori (per esempio, tra la seconda estremità 74b del resistore di retroazione 74 nelle figure 2-15): tali interruttori non sono elementi fisicamente presenti nei circuiti schematizzati, ma rappresentano solamente la possibilità di includere o escludere un certo dispositivo circuitale o collegamento nel diagramma  
10 illustrato.

In altre parole, considerando ancora l'esempio sopra citato, l'interruttore interposto tra la seconda estremità 74b del resistore di retroazione 74 e l'uscita 21c del secondo amplificatore operativo 21, non è concretamente presente nel circuito, ma indica la possibilità di impiegare o meno il collegamento tra  
15 l'estremità 74b e l'uscita 21c.

Allo scopo di compensare i comportamenti non ideali dei vari componenti circuitali finora introdotti, il filtro 1 comprende inoltre un collegamento diretto 70, cioè un cortocircuito, tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, ed un  
20 collegamento diretto 71 tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 (fig. 2).

Si noti come il collegamento diretto 71 possa essere sostituito da uno stadio amplificatore (non illustrato), cosicché il segnale prelevato dall'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 venga amplificato prima di giungere  
25 all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.



Sempre nella forma di realizzazione di figura 2, l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa.

In alternativa, come mostrato in figura 3, è previsto un collegamento diretto 72 tra l'ingresso invertente 31a del terzo amplificatore operativo 31 e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, mentre gli ingressi non invertenti 21b, 31b del secondo e del terzo operativo 21, 31 sono collegati a massa.

Nella forma di realizzazione di figura 4, un primo collegamento diretto 75 collega l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 con l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed un secondo collegamento diretto 76 collega l'ingresso invertente 21a medesimo del secondo operativo 21 all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; in questo caso, l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo è connesso a massa.

Un'ulteriore variante realizzativa, mostrata in figura 5, prevede che l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 sia collegato, tramite un collegamento diretto 77, all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, mentre il collegamento diretto 76 mette in connessione tra loro l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Anche in questa configurazione, l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

Nella forma di realizzazione di figura 6, l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 è collegato, tramite un collegamento diretto 73, all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, mentre il collegamento diretto 72

mette in connessione tra loro l'ingresso non invertente 11b del primo operativo e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31. In questo caso, è l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 ad essere collegato a massa.

5 Al fine di ottenere un efficace compensazione degli effetti non ideali introdotti dai vari elementi circuitali, e di generare in uscita una ulteriore tipologia di segnale processato, il filtro 1 può comprendere inoltre un quarto stadio 40, come mostrato nelle figure 7-15.

10 Il quarto stadio 40 è costituito da un quarto operativo 41, presentante un ingresso invertente 41a, un ingresso non invertente 41b ed un'uscita 41c.

Il quarto stadio 40 comprende inoltre un primo resistore 42, avente una prima estremità 42a collegata all'ingresso invertente 41a del quarto amplificatore operativo 41, ed una seconda estremità 42b che, in funzione della variante realizzativa considerata, può essere collegata a diversi nodi del circuito rappresentativo del filtro 1.

15 Il quarto stadio 40 è altresì provvisto di un secondo resistore 43, avente una prima estremità 43a collegata all'ingresso invertente 41a del quarto amplificatore operativo 41, ed una seconda estremità 43b collegata all'uscita 41c del medesimo quarto operativo 41.

20 In particolare, nella forma di realizzazione di figura 7, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 21c del secondo amplificatore operativo 21; in tale configurazione, l'ingresso invertente 41a del quarto amplificatore operativo 41 è collegata all'ingresso non invertente 21b del secondo amplificatore operativo 21, mentre l'ingresso non invertente 41b del  
25 quarto operativo 41 è collegato massa.

Inoltre, come mostrato sempre in figura 7, è previsto un collegamento diretto tra l'ingresso non invertente 11b del primo amplificatore operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo amplificatore operativo 31.

Nella variante realizzativa di figura 8, l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è sempre collegata all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, e la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è sempre collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21; l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato, tramite un collegamento diretto 82, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11. L'ingresso non invertente 11b di quest'ultimo è collegata massa, così come l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Secondo la variante realizzativa di figura 9, viene mantenuto il collegamento tra la seconda estremità 42b del primo resistore 42 e l'uscita 21c del secondo operativo 21; l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato, tramite un collegamento diretto 83, all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, mentre l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato, tramite di collegamento 84, all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Sempre in figura 9, l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 è collegato, tramite il collegamento diretto 85, all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegata massa.

La figura 10 mostra un'ulteriore forma di realizzazione del filtro 1 secondo la presente invenzione; viene mantenuto il collegamento diretto 84 tra l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 31a del



terzo passionale 31, mentre l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 medesimo è collegato all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

Inoltre, è previsto un collegamento diretto 87 tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è sempre collegato a massa.

La variante realizzativa di figura 11 prevede che l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 sia collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, mentre la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11; un collegamento diretto 89 mette in connessione tra loro l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

In questo caso, l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato a massa.

In figura 12 è mostrata un'ulteriore forma di realizzazione, secondo la quale l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; a quest'ultimo, è collegato tramite il collegamento diretto 78, anche l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

Inoltre, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, mentre l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 (e, di conseguenza, la prima estremità 42a del primo resistore 42) è collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

L'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato a massa.

Nella variante realizzativa di figura 13, l'associazione tra il terzo ed il quarto stadio 30, 40 rimane inalterata rispetto allo schema di figura 12; infatti, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Inoltre, sempre in figura 13, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, mentre il collegamento diretto 79 mette in reciproca connessione l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Nella figura 14 è presentata una forma di realizzazione secondo la quale l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, mentre la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata a massa e l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

L'uscita 41c del quarto operativo 41 è altresì collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

Nello schema di figura 14a, rispetto alla figura 14 viene aggiunto un collegamento diretto 90 tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Un'altra variante realizzativa è mostrata in figura 15; la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata a massa, l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 stesso è collegato

all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

In aggiunta, è previsto il collegamento diretto 71 tra l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

5 Per migliorare la compensazione dei comportamenti non ideali del filtro attivo 1, nelle forme di realizzazione di figura 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14a e 15 può essere impiegato un resistore principale 60; quest'ultimo presenta una prima estremità 60a, collegata all'ingresso invertente 11a del primo amplificatore operativo 11, ed una seconda estremità 60b, collegata ad un nodo a  
10 potenziale fisso, ed in particolare a massa.

Analogamente, nelle forme di realizzazione di figura 4, 5, 11, 12, 13, 14 e 14a può essere introdotto un resistore ausiliario 61, che presenta una prima estremità collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, ed una seconda  
estremità 61b, collegata ad un nodo potenziale fisso, ed in particolare a massa.

15 Per mezzo delle configurazioni circuitali descritte con riferimento alle sopra citate figure 2-15, inserendo il segnale di ingresso  $V_s$  in corrispondenza della seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio 10, è possibile ottenere differenti tipologie di uscite, in funzione del nodo selezionato per prelevare il segnale di uscita.

20 Infatti, in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativo 11 si ottiene un'uscita del tipo passa-banda, sfasata di un prefissato intervallo rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ , mentre in corrispondenza dell'uscita 21c del secondo operativo 21 si ottiene un'uscita di tipo passa-banda, in fase rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ .

25 All'uscita 31c del terzo operativo 31 è disponibile un segnale di uscita di tipo

passa-basso, sfasato rispetto al segnale d'ingresso Vs.

Inoltre, con particolare riferimento alle figure 2-7, 10, 12-14 e 14a, fornendo il segnale di ingresso Vs anche al secondo ed al terzo operativo 21, 31, per mezzo degli appositi resistori 600 e 601, si ottiene all'uscita 11c del primo operativo 11 un'uscita di tipo passa-banda sfasata o passa-basso sfasata, mentre l'uscita 21c del secondo operativo 21 fornisce un segnale di uscita di tipo elimina-banda, sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs; in corrispondenza dell'uscita 31c del terzo operativo 31, si ha invece un'uscita passa-basso sfasata, eventualmente abbinata ad un'uscita di tipo elimina-banda, anche questa sfasata rispetto al segnale di ingresso Vs.

Nelle figure 16-31 è mostrato un secondo gruppo di varianti realizzative del filtro 1 secondo la presente invenzione.

La struttura generale del filtro 1 presenta sempre almeno 3 stadi 10, 20, 30, ciascuno provvisto di un rispettivo amplificatore operativo 11, 21, 31.

Il primo stadio 10 presenta inoltre un resistore 12, con una estremità collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed una seconda estremità 12b, per ricevere il segnale di ingresso Vs; mezzi di retroazione 13 sono collegati tra l'ingresso invertente 11a e l'uscita 11c del primo operativo.

I mezzi di retroazione 13 possono essere realizzati sia con un solo resistore, sia con un solo condensatore, sia con un collegamento serie o parallelo tra un resistore ed un condensatore.

Il secondo stadio 20 comprende un resistore 22, avente una prima estremità collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed una seconda estremità 22b collegata all'uscita 11c del primo operativo 11; un condensatore 23 è collegato tra l'ingresso invertente 21a e l'uscita 21c del



secondo operativo, in modo da definire uno stadio 20 integratore.

Il terzo stadio 30 è provvisto di una coppia di resistori 32, 33, che consentono di ottenere uno stadio invertitore.

Infatti, il primo resistore 32 è collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, e l'uscita 21c del secondo operativo 21, mentre il secondo resistore 33 è collegato tra l'ingresso invertente 31a e l'uscita 31c del terzo operativo 31 medesimo.

È ovviamente previsto il ramo di retroazione 50, definito dal resistore 51, e collegato tra l'uscita 31c del terzo operativo 31 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Il filtro 1 può comprendere inoltre un quarto stadio 40 (figure 16-20 e 22-31); in alcuni schemi la struttura circuitale del quarto stadio 40 è stata dettagliata direttamente, mentre altri, per maggiore chiarezza, fanno riferimento alla figura 15a, nella quale lo stadio 40 viene mostrato nel dettaglio.

Il quarto stadio 40 comprende un quarto amplificatore operativo 41, un primo resistore 42, avente una prima estremità 42a collegata all'ingresso invertente del quarto operativo 41, ed un secondo resistore 43, collegato tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativo 41 medesimo.

Per meglio specificare come il quarto stadio sia inserito negli schemi di figg. 16-20, l'uscita 41c del quarto operativo 41 è stata indicata con "out", la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è stata indicata con "(in)", mentre l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è stato indicato con "(+)"

Nelle figure 16, 18 e 20 la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 11c del primo operativo, l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata, tramite un resistore 44, all'ingresso invertente 11a



del primo amplificatore operativo 11, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Si noti, come mostrato in figura 15a, che l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 può anche essere collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

Scendendo in maggiore dettaglio, nella variante realizzativa di figura 16 un collegamento diretto 203 collega l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31, ed un collegamento diretto 201 mette in comunicazione tra loro l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 con l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Si noti come il collegamento diretto 203 possa essere sostituito da uno stadio amplificatore (non illustrato), cosicché il segnale prelevato dall'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 venga amplificato prima di giungere all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Un resistore di retroazione 206 presenta una prima estremità 206a collegata all'uscita 11c del primo operativo 11 ed una seconda estremità 206b collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

L'ingresso non invertente 11b del primo operativo 21 è collegato a massa.

In figura 18, i collegamenti diretti 201, 203 presenti nello schema di fig. 16 sono sostituiti da un collegamento diretto 204, tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, e da un collegamento diretto 212, tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

I restanti elementi circuitali ed i relativi collegamenti sono del tutto identici a quelli di figura 16.

Nello schema di figura 20, il collegamento diretto 212 tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 viene è stato eliminato; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è pertanto collegato a massa.

Nelle figure 17 e 19 il quarto stadio 40 è collegato agli altri dispositivi circuitali in maniera leggermente differente.

Infatti, mentre la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è ancora collegata all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'uscita 41c del quarto operativo 41 è sempre collegata, tramite il resistore 44, all'ingresso invertente 11c del primo operativo 11, l'ingresso invertente 41b del quarto amplificatore operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

Nello schema di figura 17 sono inoltre previsti il collegamento diretto 204 tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, ed il collegamento diretto 207 tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Nella forma realizzativa di figura 19, la compensazione delle non idealità dei vari elementi circuitali è migliorata dalla combinazione del suddetto collegamento diretto 207 e di un collegamento diretto 201, previsto tra l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

In entrambe le varianti di figura 17 e 19, il resistore di retroazione 206 è

collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'uscita 11c del primo operativo 11.

Dalle analisi effettuate, la variante realizzativa mostrata in figura 17 è risultata una delle configurazioni circuitali più efficienti tra quelle presentate, ed in seguito ne saranno mostrati nel dettaglio i risultati sperimentali ottenuti.

Le figure 22-31 mostrano ulteriori forme di realizzazione del filtro 1 secondo la presente invenzione; tali varianti realizzative, nelle quali il quarto stadio 40 viene collegato al resto del circuito in maniera sostanzialmente differente rispetto a quanto finora presentato, vengono qui di seguito descritte nel dettaglio.

In figura 22, la seconda estremità 42b del secondo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21; l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Inoltre, il collegamento diretto 204 mette in reciproca connessione l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 con l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

Nello schema di figura 23, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, ed un collegamento diretto 217 collega l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 stesso.

L'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è connesso ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa; viene mantenuto il collegamento



diretto 204 tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

La figura 24 mostra schematicamente un'ulteriore variante realizzativa, in cui l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato, tramite un collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato, tramite il collegamento diretto 219, all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

Inoltre, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, mentre un collegamento diretto 212 collega tra loro l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Nella forma di realizzazione di figura 25, sono previsti il collegamento diretto 218, tra l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed il collegamento diretto 217, tra l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Il collegamento diretto 201 collega inoltre l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 con l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, mentre l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

La figura 26 mostra schematicamente un'altra variante realizzativa del filtro 1, in cui la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, ed un collegamento diretto 223 collega tra loro l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 e

l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

Nella forma di realizzazione di figura 27, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 tramite un collegamento diretto 213.

L'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente connesso all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata, tramite il resistore 44, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

In aggiunta a quanto sopra, il collegamento diretto 204 collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

In figura 28, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, ed un collegamento diretto 213 collega l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 con l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

L'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata, per mezzo del resistore 44, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11; la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11.

Inoltre, il collegamento diretto 201 collega tra loro l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, mentre l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

La variante realizzativa mostrata in figura 29 prevede che la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del primo stadio 40 sia collegata a massa, mentre l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; l'uscita 41c el  
5 quarto operativo 41 è altresì collegata all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

Inoltre, il collegamento diretto 203 collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 11b del primo operativo è collegato ad un nodo a  
10 potenziale fisso, ed in particolare a massa.

La figura 30 mostra un'ulteriore forma di realizzazione del filtro 1 secondo il presente trovato; la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata a massa, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'ingresso invertente 31a del terzo  
15 operativo 31.

L'uscita 41c del terzo operativo 41 è collegata sia all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, sia all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato a massa.

Nello schema di figura 31, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata a massa, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'ingresso invertente 31a del terzo  
20 operativo 31.

L'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso non invertente  
25 11b del primo operativo 11, ed il collegamento diretto 204 collega tra loro

l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

La configurazione circuitale illustrata in figura 21 è invece priva del quarto stadio 40; in sostituzione, è prevista una rete ausiliaria 95, definita da un primo e da un secondo resistore 96, 97.

Il primo resistore 96 presenta una prima estremità 96a collegata all'uscita 11c del primo operativo 11, ed una seconda estremità 96b collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Il secondo resistore 97 presenta una prima estremità 97a collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31, ed una seconda estremità 97b, che può essere direttamente collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, oppure a massa.

Il collegamento diretto 204 collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, mentre l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato a massa.

Si noti come ciascuno dei circuiti mostrati nelle figure 16-31 possa essere inoltre provvisto di un resistore principale 60, collegato tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e massa, e/o di un resistore secondario 62, collegato tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e massa.

Per mezzo delle configurazioni circuitali descritte con riferimento alle sopra citate figure 16-31, inserendo il segnale di ingresso Vs in corrispondenza della seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio 10, è possibile ottenere differenti tipologie di uscite, in funzione del nodo selezionato per prelevare il segnale di uscita.



Infatti, in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operazionale 11 si ottiene un'uscita del tipo passa-banda, sfasata di un prefissato intervallo rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre in corrispondenza dell'uscita 21c del secondo operazionale 21 si ottiene un'uscita di tipo passa-basso, in fase rispetto al segnale di ingresso Vs.

All'uscita 31c del terzo operazionale 31 è disponibile un segnale di uscita di tipo passa-basso, sfasato rispetto al segnale d'ingresso Vs.

Le figure dalla 32 alla 47 mostrano un terzo gruppo di varianti realizzative del filtro 1 secondo la presente invenzione.

Il filtro 1 si compone sempre di almeno un primo, un secondo ed un terzo stadio 10, 20, 30, ciascuno provvisto di rispettivo amplificatore operazionale 11, 21, 31, e di opportune configurazioni circuitali per retroazionare ciascuno di tali operazionali.

Il primo stadio 10 presenta infatti un primo ed un secondo resistore 12, 13, in modo da ottenere uno stadio invertitore: il primo resistore 12 ha una prima estremità 12a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11, ed una seconda estremità 12b predisposta a ricevere in ingresso il segnale Vs che deve essere filtrato, mentre il secondo resistore 13 ha una prima estremità 13a collegata all'ingresso invertente 11a ed una seconda estremità collegata all'uscita 11c del primo operazionale 11.

Il secondo stadio 20 è provvisto di un primo resistore 22, presentante una prima estremità 22a collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21, ed una seconda estremità 22b collegata all'uscita 11c del primo operazionale 11, in modo che il secondo stadio 20 risulti collegato a valle del primo stadio 10; mezzi di retroazione 23 sono collegati tra l'ingresso invertente 21a e l'uscita 21c



del secondo operativo 21 e sono preferibilmente definiti da un condensatore.

Il terzo stadio 30 comprende un resistore 32, collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'uscita 21c del secondo operativo 21, ed un condensatore 33, collegato tra l'ingresso invertente 31a e l'uscita 31 del terzo operativo 31 medesimo.

In alternativa a quanto qui sopra indicato, negli schemi delle figure 33-37, 43-44 e 47 la retroazione del secondo operativo 21 o del terzo operativo 31 può presentare la struttura indicata in figura 73: il condensatore 300 è collegato in parallelo al ramo 301, definito dal resistore 302 e dal secondo condensatore 303.

In questo modo, si ottengono configurazioni universali che hanno un fattore Q indipendente dal guadagno di tensione tra la seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio 10 e le uscite 11c, 21c, 31c del primo, secondo e terzo operativo 11, 21, 31; inoltre, non viene introdotta una indesiderata distorsione di fase in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativo 11.

Un ramo di retroazione 50, definito preferibilmente da un resistore 51, collega tra loro l'uscita 31c del terzo operativo 31 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Un secondo ramo di retroazione 101, preferibilmente definito da un resistore 102, collega tra loro l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'uscita 11c del primo operativo 11.

Inoltre, un ramo di collegamento 103, preferibilmente definito da un resistore 104, collega tra loro l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Sono altresì previsti un resistore ausiliario 61, collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e massa, ed un resistore secondario 62, collegato

tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e massa.

In aggiunta a quanto sopra, un quarto stadio 40 può essere associato ai tre stadi 10, 20, 30 già descritti; si noti come, in alcuni degli schemi circuitali allegati, il quarto stadio 40 sia stato indicato come in generico blocco funzionale: per la  
5 struttura circuitale di tale quarto stadio, si faccia riferimento alla già citata figura 15a.

Il quarto stadio 40 comprende un quarto amplificatore operativo 41, un primo resistore 42, ed un secondo resistore 43.

Il secondo resistore 43 è collegato tra l'uscita 41c e l'ingresso invertente 41a del  
10 quarto operativo 41; il primo resistore 42 presenta una prima estremità 42a collegata all'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41, ed una seconda estremità 42b che può essere collegata a diversi nodi della restante parte del circuito, in funzione della specifica configurazione considerata.

Scendendo in maggiore dettaglio, nello schema di figura 32, la seconda  
15 estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21, mentre l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

L'uscita del quarto operativo 41 è collegata, per mezzo del resistore 104, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

20 È importante sottolineare come il collegamento tra l'uscita 41c del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed il collegamento tra l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 (cioè, il ramo di collegamento 103), siano tra loro alternativi, oppure entrambi assenti.

25 Sempre con riferimento alla figura 32, un resistore aggiuntivo 106 collega tra

loro l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11; nel caso in cui il resistore aggiuntivo 106 non venga impiegato, l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 viene collegato a massa, direttamente o per mezzo di un resistore 105.

5 Al fine di migliorare la compensazione del filtro 1, un collegamento diretto 212 collega l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Nello schema di figura 33 il resistore aggiuntivo 106 non è presente, e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato, tramite un  
10 collegamento diretto 107, all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; un collegamento diretto 203, inoltre, mette in connessione l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31, mentre un ramo di collegamento 108, preferibilmente definito da un resistore 109, ha una prima estremità 108a collegata all'uscita 31c  
15 del terzo operativo 31, ed una seconda estremità 108b collegata all'ingresso invertente 21a del secondo stadio 21.

L'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato a massa.

Si noti come il collegamento diretto 107 possa essere sostituito da uno stadio amplificatore (non illustrato), cosicché il segnale prelevato dall'ingresso  
20 invertente 21a del secondo operativo 21 venga amplificato prima di giungere all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

La figura 36 mostra un'altra variante realizzativa del filtro 1.

In aggiunta rispetto allo schema di figura 32, sono stati inseriti un resistore di collegamento 109, collegato tra l'uscita 31c del terzo operativo 31 e  
25 l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed un ramo di



collegamento 110; quest'ultimo presenta una prima estremità 110a collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, ed una seconda estremità 110b collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, e può essere costituito da un collegamento diretto 207 o da un resistore 111.

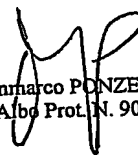
5 Viene altresì mantenuta la possibilità di collegare il resistore aggiuntivo 106 tra l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

Negli schemi di figura 34 e 35 vengono modificati i collegamenti tra il quarto stadio 40 ed il resto del circuito; infatti, mentre la seconda estremità 42b del  
10 primo resistore 42 è sempre collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'uscita 41c del quarto operativo 41 può essere collegata, tramite il resistore 104, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

15 Inoltre, nelle figure 34 e 35 un collegamento diretto 204 è presente tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21, ed il resistore 109 collega l'uscita 31c del terzo operativo 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

In figura 34 un collegamento diretto 212 è interposto tra l'ingresso invertente  
20 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; in figura 35, un collegamento diretto 203 è inserito tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

25 Nei successivi schemi delle figure 37-45 viene nuovamente variata la modalità di inserimento del quarto stadio 40.



La struttura circuitale di tali schemi presenta il primo, secondo e terzo stadio 10, 20, 30, ed i rami di retroazione e collegamento 50, 101, 103, unitamente al quarto stadio 40, collegato come qui di seguito indicato.

In figura 37, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31, l'ingresso invertente 42a è collegato, per mezzo del collegamento diretto 219, all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato, per mezzo del collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Inoltre, il resistore 109 collega tra loro l'uscita 31c del terzo operativo 31 con l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed il collegamento diretto 212 collega tra loro l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Nella figura 38, l'ingresso non invertente 41b del quarto stadio 41 è collegato a massa, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato, tramite un ramo di collegamento 112, all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11; il ramo 112 può essere costituito da un collegamento diretto 213, o da un resistore 113.

È altresì previsto che il resistore aggiuntivo 106 colleghi tra loro l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, e che il collegamento diretto 212 sia inserito tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

In figura 39, la seconda estremità 42a del primo resistore 42 è sempre collegata

all'uscita 11c del primo operativo 11, ed il ramo 112 collega l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

L'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; il resistore aggiuntivo 106 è ancora presente, e gli ingressi non invertenti 21b, 31b del secondo e terzo operativo 21, 31 sono collegati a massa.

Nello schema di figura 40, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

L'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato, tramite un collegamento diretto 217, all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; inoltre, il ramo 110 collega l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, ed il resistore aggiuntivo 106 collega l'ingresso non invertente 11b del primo operativo con l'uscita 21c del secondo operativo 21.

In figura 41, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21, e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 è collegato, tramite il collegamento diretto 219, all'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

L'uscita 41c del quarto operativo 41 del quarto operativo 41 può essere collegata, per mezzo del resistore 104, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11; il collegamento diretto 218 collega tra loro l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 11a del primo

operazionale 11.

Il collegamento diretto 203 è inserito tra l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31; l'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11 è collegato a massa.

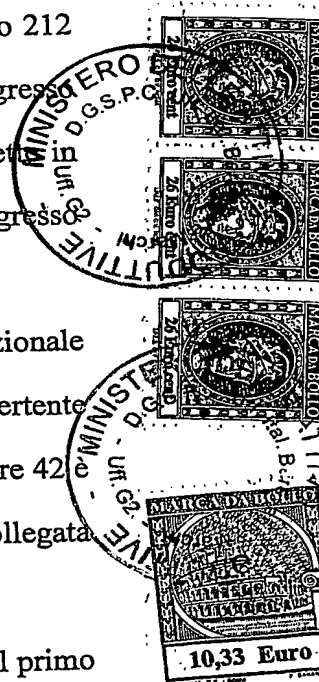
5 La configurazione presentata in figura 42 presenta le medesime connessioni tra il quarto stadio 40 e la restante parte del circuito; l'unica differenza tra i due schemi si evidenzia nella sostituzione del collegamento diretto 203 (fig. 41) con il collegamento diretto 212, inserito tra l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31.

10 Nella figura 43, la seconda estremità 42b del primo operazionale 42 è collegata a massa, e l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41 è collegato, per mezzo del collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11.

15 L'uscita 41c del quarto operazionale 41 è direttamente collegata all'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21; inoltre, il collegamento diretto 212 è inserito tra l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31, mentre il resistore 109 mette in collegamento reciproco l'uscita 31c del terzo operazionale 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21.

20 Nello schema di figura 44, l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41 è collegato, per mezzo del collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 è collegata a massa, e l'uscita 41c del quarto operazionale 41 è collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31.

25 Il collegamento diretto 107 è inserito tra l'ingresso non invertente 11b del primo



operazionale 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21; il resistore 109 è interposto tra l'uscita 31c del terzo operazionale 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21.

L'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21 è collegato a massa.

5 Le figure 45-46 prevedono un'ulteriore modalità di collegamento tra il quarto stadio 40 ed il resto del circuito.

In tali schemi, l'ingresso non invertente 41b è collegato, per mezzo del collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11; l'uscita 41c del quarto operazionale 41 è collegata all'ingresso non invertente  
10 21b del secondo operazionale 21.

Il primo resistore 42 del quarto stadio 40 presenta una prima estremità 42a collegata, tramite un resistore o un collegamento diretto, all'ingresso invertente 41a del quarto operazionale 41, ed una seconda estremità 42b collegata a massa.

È inoltre prevista una rete di collegamento 45, costituita da un primo, un  
15 secondo ed un terzo resistore 46, 47, 48.

Il primo resistore 46 ha una prima estremità 46a collegata all'uscita 21c del secondo operazionale 21, ed una seconda estremità 46b collegata, tramite un collegamento diretto o un resistore, all'ingresso invertente 41a del quarto operazionale 41.

20 Il secondo resistore 47 presenta una prima estremità 47a collegata alla prima estremità 46a del primo resistore 46, ed una seconda estremità 47b collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11.

Il terzo resistore 48 presenta una prima estremità 48a collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11, ed una seconda estremità 48b  
25 collegata a massa.



In figura 45, un collegamento diretto 212 è inserito tra l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21.

In figura 46, l'uscita 41c del quarto operazionale 41 è collegata, oltre che all'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21, anche all'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31.

Nello schema di figura 47, l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41 è collegato, tramite il collegamento diretto 218, all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11, mentre la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata a massa.

L'uscita 41c del quarto operazionale 41 è collegata agli ingressi non invertenti 21b, 31b del secondo e terzo operazionale 21, 31, ed il resistore 109 collega l'uscita 31c del terzo operazionale 31 con l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21.

Per mezzo delle configurazioni circuitali descritte con riferimento alle sopra citate figure 32-47, inserendo il segnale di ingresso  $V_s$  in corrispondenza della seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio 10, è possibile ottenere differenti tipologie di uscite, in funzione del nodo selezionato per prelevare il segnale di uscita.

Infatti, in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operazionale 11 si ottiene un'uscita del tipo passaalto, sfasata di un prefissato intervallo rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ , mentre in corrispondenza dell'uscita 21c del secondo operazionale 21 si ottiene un'uscita di tipo passa-banda, in fase rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ .

All'uscita 31c del terzo operazionale 31 è disponibile un segnale di uscita di tipo

passa-basso, sfasato rispetto al segnale d'ingresso Vs.

Nelle configurazioni illustrate in figura 48-51, il segnale Vs viene fornito in ingresso al morsetto non invertente 11b del primo operazionale 11, invece che al morsetto invertente 11a.

5 Pertanto, il primo stadio 10 è provvisto di un resistore 14, presentante una prima estremità 14a collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operazionale, ed una seconda estremità 14b predisposta a ricevere il suddetto segnale di ingresso Vs.

10 Non è quindi impiegato il primo resistore 12, sopra descritto in relazione alle precedenti figure.

La restante struttura del primo stadio 10, così come quella del secondo e del terzo stadio 20, 30, rimane sostanzialmente inalterata: il primo operazionale 11 è retroazionato per mezzo del secondo resistore 13, il secondo operazionale 20 è restroazionato per mezzo del condensatore 23 ed è collegato al primo  
15 operazionale 11 tramite il primo resistore 22, il terzo operazionale 31 è retroazionato per mezzo del condensatore 33 ed è collegato al secondo operazionale grazie al resistore 32.

In figura 48, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'uscita 21c del secondo operazionale 21, mentre l'ingresso non  
20 invertente 41b è collegato, per mezzo del collegamento diretto 223, all'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21; il collegamento diretto 212 è inserito tra l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31.

L'uscita 41c del quarto operazionale 41 può essere collegata all'ingresso  
25 invertente 11a del primo operazionale 11 tramite il resistore 104, oppure può

essere collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 per messo del resistore 52; quest'ultimo, infatti, presenta una prima estremità 52a, collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, ed una seconda estremità 52b, che può essere collegata all'uscita 41c del quarto operativo 41.

In alternativa, la seconda estremità 52b del resistore 52 può essere collegata alla seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40.

In aggiunta a quanto sopra, è previsto che un resistore 53 sia collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

Nella figura 49, la seconda estremità 42b del primo resistore 42 del quarto stadio 40 è collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11, mentre l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato, per mezzo del resistore 57, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e, per mezzo del resistore 56, a massa.

Il resistore 53 è collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e massa; il resistore 52 può essere collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'uscita 21c del secondo operativo 21.

Un collegamento diretto 212 è altresì interposto tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Lo schema di figura 50 è simile a quello di figura 49; l'unica differenza consiste nella sostituzione del collegamento diretto 212 con un collegamento diretto tra l'uscita 41c del quarto operativo 41 e l'ingresso non invertente 31b del terzo



operazionale 31.

Nella configurazione di figura 51, un resistore 55 può essere collegato tra l'ingresso invertente 41a del quarto operazionale 41 e massa, ed il resistore 56 viene sostituito dal resistore 54, collegato tra l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41 e l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21.

L'uscita 41c del quarto operazionale 41 è collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31, e l'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21 è collegato a massa.

I circuiti mostrati nelle figure 48-51 forniscono, in corrispondenza dell'uscita del primo operazionale 11, un'uscita di tipo passa-alto, mentre all'uscita 21c del secondo operazionale 21 il filtraggio è di tipo passa-banda, ed il segnale ottenuto è altresì sfasato rispetto al segnale di ingresso  $V_s$  fornito all'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11; l'uscita 31c del terzo operazionale 31 è di tipo passa-basso.

Nelle figure 52-54 vengono presentate ulteriori varianti realizzative del filtro secondo la presente invenzione.

Tali varianti realizzative presentano un primo stadio 10, un secondo stadio 20, un terzo stadio 30 ed un quarto stadio 40, ciascuno provvisto di un rispettivo operazionale 11, 21, 31, 41.

Il primo stadio 10 comprende inoltre un primo resistore 12, collegato all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 per ricevere in ingresso il segnale  $V_s$ , e mezzi di retroazione 13, collegati tra l'ingresso invertente 11a e l'uscita 11c del primo operazionale 11.

Anche in questo caso, i mezzi di retroazione 13 possono essere costituiti da un condensatore e/o da un resistore.

Il secondo stadio 20 è provvisto altresì di un primo resistore 22, collegato tra l'uscita 11c del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, e di un secondo resistore 23, interposto tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'uscita 41c del quarto operativo 41.

5 Il quarto stadio 40 è infatti collegato a valle del secondo stadio 20; l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 40 è direttamente collegato all'uscita 21c del secondo operativo 21, mentre l'uscita 41c, come sopra accennato, è collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 per mezzo del resistore 23.

10 Il quarto stadio 40 comprende inoltre un primo resistore 42, collegato tra l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 e l'uscita 11c del primo operativo 11, ed un secondo resistore 43, interposto tra l'uscita 41c e l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41.

Il terzo stadio 30, infine, è provvisto di un resistore 32, collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'uscita 41c del quarto operativo 41, e di un condensatore 33, collegato tra l'uscita 31c e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

Inoltre, un ramo di retroazione 50, preferibilmente definito da un resistore 51, collega l'uscita 31c del terzo operativo 31 con l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed un resistore di retroazione 114 collega tra loro l'uscita 41c del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Scendendo in maggiore dettaglio, in figura 52 il collegamento diretto 204 è interposto tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21; l'ingresso non invertente 11b

del primo operativo 11 e l'ingresso 31b del terzo operativo 31 sono collegati a massa.

Nello schema di figura 53 il collegamento diretto 204 è sostituito dal collegamento diretto 203, che collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; viene altresì aggiunto un collegamento diretto 201 tra l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

L'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 rimane pertanto l'unico direttamente collegato a massa.

In figura 54, vengono eliminati i collegamenti diretti 201 e 203, ed il collegamento diretto 207 è inserito tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; gli ingressi non invertenti 21b, 31b del secondo e terzo operativo 21, 31 sono collegati a massa.

Sempre con riferimento alla figura 54, è previsto che un resistore principale 60a sia collegato tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

I circuiti rappresentati nelle figure 52-54 forniscono, in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativo 11, un'uscita di tipo passa-banda, sfasata rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre in corrispondenza dell'uscita 41c del quarto operativo 41 il filtraggio è di tipo passa-banda; il segnale prelevato presso l'uscita 31c del terzo operativo 31 è di tipo passa-basso, sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs.

Nel caso in cui il segnale di ingresso Vs venga fornito anche al secondo ed al

terzo stadio 20, 30, per mezzo dei resistori 600, 601, l'uscita 11c del primo  
operazionale 11 può essere di tipo passa-banda con sfasamento, o passa-basso  
con sfasamento, mentre l'uscita 41c del quarto operazionale 41 fornisce un  
filtraggio elimina-banda, unitamente ad un prefissato sfasamento; l'uscita 31c  
5 del terzo operazionale 31 è di tipo passa-basso con sfasamento, eventualmente  
abbinato ad un filtraggio di tipo elimina-banda.

Nelle figure 55-57 il quarto stadio 40 è collegato a valle del terzo stadio 30,  
mentre il primo ed il secondo stadio 10, 20 presentano configurazioni simili a  
quelle sopra descritte.

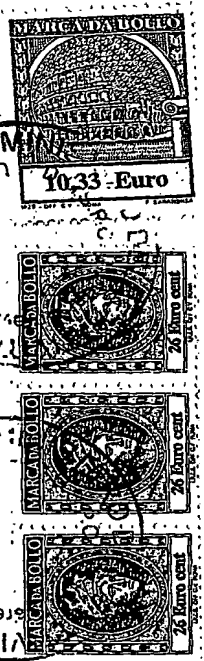
10 Il primo stadio 10 è provvisto di un primo resistore 12, tramite il quale riceve il  
segnale di ingresso  $V_s$ , e di mezzi di retroazione 13, interposti tra l'uscita  
l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11; i mezzi di retroazione  
possono comprendere un resistore e/o un condensatore.

15 Il secondo stadio 20 è uno stadio integratore, in cui il resistore 22 collega  
l'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 20 con l'uscita 11c del primo  
operazionale 11, ed il condensatore 23 collega tra loro l'ingresso invertente 21a  
e l'uscita 21c del secondo operazionale 21 stesso.

Il terzo stadio 30 è collegato al secondo stadio 20 per mezzo del primo resistore  
32, che presenta una prima estremità 32a collegata all'ingresso invertente 31a  
20 del terzo operazionale 31, ed una seconda estremità 32b collegata all'uscita 21c  
del secondo operazionale 21.

Come sopra accennato, il quarto stadio 40 è collegato a valle del terzo stadio 30;  
infatti, l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41 è direttamente  
collegato all'uscita 31c del terzo operazionale 31.

25 Inoltre, il quarto stadio 40 è provvisto di un primo resistore 42, collegato tra



l'ingresso invertente 41a del quarto operativo 41 e l'uscita 21c del secondo operativo 21, e di un secondo resistore 43, interposto tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del medesimo quarto operativo 41.

Il secondo resistore 33 del terzo stadio 30 collega tra loro l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e l'uscita 41c del quarto operativo 41.

Ovviamente, per un corretto funzionamento del filtro 1, è previsto che un ramo di retroazione 50, preferibilmente definito da un resistore 51, sia interposto tra l'uscita 41c del quarto operativo 41 e l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

Un'ulteriore retroazione è ottenuta tramite un resistore di retroazione 115, presentante una prima estremità 115a collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, ed una seconda estremità 115b collegata all'uscita 11c del primo operativo 11.

In aggiunta a quanto sopra, in figura 55 un collegamento diretto 212 è posizionato tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31, mentre gli ingressi non invertenti 11b, 21b del primo e secondo operativo 11, 21 sono collegati a massa.

In figura 56, al posto del collegamento diretto 212, sono previsti un collegamento diretto 107 tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed un collegamento diretto 203 tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 rimane collegato a massa.

Nello schema di figura 57, gli ingressi non invertenti 11b, 31b del primo e terzo



operazionale 11, 31 sono collegati a massa, ed un collegamento diretto 204 è inserito tra l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21.

Negli schemi di figura 55-57, l'uscita 11c del primo operazionale 11 è di tipo passa-banda, ed il segnale ottenuto è sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre l'uscita 21c del secondo operazionale fornisce un filtraggio di tipo passa-basso; l'uscita 41c del quarto operazionale 41 è anch'essa di tipo passa-basso, ma fornisce anche un prefissato sfasamento al segnale di uscita.

Nel gruppo di schemi rappresentati nelle figure 58-60 il quarto stadio 40 è interposto tra il primo stadio 10 ed il secondo stadio 20.

Infatti, in tali configurazioni circuitali l'uscita 11c del primo operazionale 11 è direttamente collegata all'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41, ed il secondo resistore 13 del primo stadio 10 ha una prima estremità 13a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 ed una seconda estremità collegata all'uscita 41c del quarto operazionale 41.

Il secondo ed il terzo stadio 20, 30 si presentano come convenzionali stadi integratori.

Inoltre, nei tre circuiti in questione è previsto che un resistore di retroazione 116 presenti una prima estremità 116a collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operazionale 31, ed una seconda estremità 116b collegata all'uscita 41c del quarto operazionale 41, mentre un secondo resistore di retroazione 117 ha una prima estremità 117a collegata all'uscita 21c del secondo operazionale 21 ed una seconda estremità 117b collegata all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11.

Scendendo in maggiore dettaglio, nella figura 58 viene altresì inserito un ramo

di collegamento 118, che presenta una prima estremità 118a collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 ed una seconda estremità 118b collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

Il ramo di collegamento 118 può essere realizzato come un resistore 119, oppure  
5 come un collegamento diretto 207.

Inoltre, un resistore di connessione 120 è collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'uscita 21c del secondo operativo 21.

Nello schema di figura 59, l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 per  
10 mezzo del collegamento diretto 107; un resistore di collegamento 121 collega l'uscita 31c del terzo operativo 31 con l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e con l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11.

L'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato a massa.

Si noti come, nello schema di figura 59, la retroazione del secondo o del terzo  
15 operativo 21, 31 possa essere ottenuta secondo la configurazione mostrata in figura 73.

In figura 60, un collegamento diretto 212 collega l'ingresso invertente 21a con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; inoltre, una rete di  
20 connessione 122 viene utilizzata per collegare tra loro il primo ed il secondo stadio 10, 20.

La rete di connessione 122 comprende un primo ramo 123, collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e massa, ed un secondo ramo collegato tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'uscita 21c del secondo operativo 21.

25 Il primo ramo 123 può essere costituito sia da un resistore che da un

collegamento diretto; il secondo ramo 124 è preferibilmente definito dal resistore di collegamento 121.

I circuiti di figura 58-60 forniscono in corrispondenza dell'uscita 41c del quarto operativo 41 un filtraggio di tipo passa-alto, con sfasamento del segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre l'uscita 21c del secondo operativo 21 è di tipo passa-banda; l'uscita 31c del terzo operativo 31 è di tipo passa-basso, e fornisce uno sfasamento aggiuntivo al segnale di uscita.

Nello schema di figura 61, il primo ed il terzo stadio 10, 30 sono stadi integratori; infatti, il primo ed il terzo operativo 11, 31 sono retroazionati con rispettivi condensatori 13, 33; il secondo stadio 20 è invece uno stadio invertitore, essendo il secondo operativo 21 retroazionato per mezzo del resistore 23.

È inoltre previsto che un resistore di retroazione 74 abbia una prima estremità 74a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed una seconda estremità 74b collegata all'uscita 11c del primo operativo 11 e all'uscita 21c del secondo operativo 21; un resistore ausiliario 61 può essere collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e massa.

Un collegamento diretto 212 collega tra loro l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31, mentre l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato a massa.

Il quarto stadio 40 viene impiegato nello schema in questione per collegare tra loro il terzo ed il primo stadio 30, 10.

Infatti, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, e l'uscita 41c del quarto



operazionale 41 è collegata all'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11; un primo resistore 42 è collegato tra l'ingresso invertente 41a del quarto operazionale 41 e massa, ed un secondo resistore 43 è collegato tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del medesimo quarto operazionale 41.

5 In questa configurazione circuitale, l'uscita 11c del primo operazionale 11 è di tipo passa-banda, con sfasamento del segnale di uscita rispetto a quello di ingresso  $V_s$ , mentre l'uscita 21c del secondo operazionale 21 fornisce un filtraggio di tipo passa-banda; l'uscita 31c del terzo operazionale 31 è invece di tipo passa-basso, ed aggiunge un prefissato sfasamento al segnale di uscita.

10 Nel caso in cui il segnale di ingresso  $V_s$  venga fornito anche al secondo ed al terzo stadio 20, 30, per mezzo dei resistori 600, 601, l'uscita 11c del primo operazionale 11 può essere di tipo passa-banda, con sfasamento del segnale di uscita, oppure passa-basso, sempre con uno sfasamento del segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ ; l'uscita 21c del secondo operazionale 21  
15 diventa di tipo elimina-banda, con sfasamento del segnale di uscita, e l'uscita 31c del terzo operazionale 31 può essere di tipo passa-basso, oppure passa-basso ed elimina-banda. In entrambi i casi, il segnale di uscita risulta sfasato di un prefissato intervallo rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ .

Nello schema di figura 62, il primo ed il secondo stadio 10, 20 sono stadi  
20 integratori, mentre il terzo stadio 30 è uno stadio invertitore.

Un resistore di retroazione 102 è collegato tra l'uscita 11c del primo operazionale 11 e l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 o  
l'ingresso invertente 31a del terzo operazionale 31; un collegamento diretto 207  
collega l'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11 con l'ingresso  
invertente 31a del terzo operazionale 31, mentre l'ingresso non invertente 31b  
25

del terzo operativoale 31 è collegato a massa.

Sono altresì previsti un resistore principale 60, collegato tra l'ingresso invertente 11a del primo operativoale 11 e massa, ed un resistore secondario 62, collegato tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativoale 21 e massa.

5 Il quarto stadio 40 è impiegato per mettere in connessione ulteriormente il primo ed il secondo stadio 10, 20; infatti, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativoale 41 è collegato all'ingresso invertente 11a del primo operativoale 11, e l'uscita 41c del quarto operativoale è direttamente collegata all'ingresso non invertente 21b del secondo operativoale 21.

10 Un primo resistore 42 è interposto tra l'ingresso invertente 41a del quarto operativoale 41 e massa, ed un secondo resistore 43 è collegato tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativoale 41.

Il circuito di figura 62 fornisce in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativoale 11 un'uscita di tipo passa-banda, ed il segnale di uscita è sfasato  
15 rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ , mentre l'uscita 21c del secondo operativoale 21 fornisce un filtraggio di tipo passa-basso; l'uscita 31c del terzo operativoale 31 è anch'essa di tipo passa-basso, e fornisce uno sfasamento prefissato al segnale di uscita.

Nello schema di figura 63, il primo stadio 10 è uno stadio invertitore, mentre il  
20 secondo ed il terzo stadio 20, 30 sono stadi integratori.

In alternativa, il secondo o il terzo operativoale 21, 31 possono essere retroazionati come mostrato in figura 73.

Inoltre, un resistore di retroazione 102 ha una prima estremità 102a collegata  
all'ingresso invertente 31a del terzo operativoale 31, ed una seconda estremità  
25 102b che si collega all'uscita 11c del primo operativoale 11.

Un resistore di collegamento 109 è interposto tra l'uscita 31c del terzo operativo 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; un collegamento diretto 204 collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21.

5 In aggiunta a quanto sopra, un resistore ausiliario 61 è collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e massa, ed un resistore secondario 62 è collegato tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e massa.

Il quarto stadio 40 collega tra loro il secondo ed il terzo stadio 20, 30; infatti, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'ingresso  
10 invertente 21a del secondo operativo 21, e l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Un primo resistore 42 è collegato tra l'ingresso invertente 41a e massa, mentre  
15 un secondo resistore 43 è collegato tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativo 41.

Il circuito illustrato in figura 63 fornisce in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativo 11 un'uscita di tipo passa-alto, ed il segnale di uscita è sfasato rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ , mentre l'uscita 21c del secondo operativo 21 fornisce un filtraggio di tipo passa-banda; l'uscita 31c del terzo  
20 operativo 31 è di tipo passa-basso, e fornisce uno sfasamento prefissato al segnale di uscita.

Nelle figure 64-66 il quarto stadio 40 viene utilizzato per retroazionare il secondo amplificatore operativo 21.

Infatti, mentre il primo ed il terzo stadio 10, 30 sono realizzati come  
25 convenzionali integratori, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo

41 è collegato all'uscita del secondo operativo 21, e l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 per mezzo del resistore 92.

In altre parole, ciascuno stadio 10, 20, 30 è provvisto di un rispettivo ramo di retroazione 15, 25, 35.

Il ramo 15 del primo stadio 10 presenta una prima estremità 15a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed una seconda estremità 15b collegata all'uscita 11c del primo operativo 11; il ramo di retroazione 15 è definito da un condensatore 13.

Inoltre, un resistore 12 è collegato all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 per ricevere il segnale di ingresso Vs.

Il ramo 35 del terzo stadio 30 presenta una prima estremità 35a collegata all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, ed una seconda estremità 35b collegata all'uscita 31c del terzo operativo 31; il ramo di retroazione è definito da un condensatore 33.

In aggiunta a quanto sopra, un resistore 32 è interposto tra l'uscita 21c del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, ed il resistore 22 è inserito tra l'uscita 11c del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21.

Il ramo 25 del secondo stadio 20, il quale presenta una prima estremità 25a collegata all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed una seconda estremità 25b collegata all'uscita 21c del secondo operativo stesso, è invece costituito dal quarto stadio 40, collegato come sopra descritto.

Inoltre, è previsto un collegamento diretto 91 tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativo 41, in modo che quest'ultimo definisca una



configurazione di tipo *buffer*.

Un resistore di retroazione 74 presenta una prima estremità 74a collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11, ed una seconda estremità 74 che può essere collegata all'uscita 11c del primo operativo 11 o all'uscita 21c del secondo operativo 21.

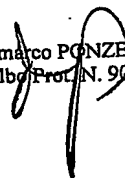
Sono altresì previsti un resistore principale 60, collegato tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e massa, ed un resistore ausiliario 61, collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e massa.

In particolare, in figura 64, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo è direttamente collegato all'uscita 21c del secondo operativo 21; un collegamento diretto 207 è inserito tra l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31, mentre un collegamento diretto 212 collega l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 con l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 è collegato a massa.

Nello schema di figura 65, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'uscita 21c del secondo operativo 21 tramite un primo resistore 42, mentre un secondo resistore è collegato tra l'uscita 41c e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41.

L'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato, per mezzo del collegamento diretto 107, all'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, ed il collegamento diretto 201 collega tra loro l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato a massa.





In figura 66, è prevista la possibilità che il primo ed il secondo resistore 42, 43 del quarto stadio 40 possano essere eliminati, e che l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 sia direttamente collegato all'uscita 21c del secondo operativo 21; in alternativa, il primo ed il secondo resistore 42, 43 possono essere impiegati e collegati come sopra descritto all'interno del circuito di figura 65.

Un collegamento diretto 107 collega tra loro l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 sono collegati tra loro per mezzo del collegamento diretto 212.

Per mezzo delle configurazioni circuitali descritte con riferimento alle sopra citate figure 64-66, inserendo il segnale di ingresso  $V_s$  in corrispondenza della seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio 10, è possibile ottenere differenti tipologie di uscite, in funzione del nodo selezionato per prelevare il segnale di uscita.

Infatti, in corrispondenza dell'uscita 11c del primo operativo 11 si ottiene un'uscita del tipo passa-banda, sfasata di un prefissato intervallo rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ , mentre in corrispondenza dell'uscita 21c del secondo operativo 21 si ottiene un'uscita di tipo passa-banda, in fase rispetto al segnale di ingresso  $V_s$ .

All'uscita 31c del terzo operativo 31 è disponibile un segnale di uscita di tipo passa-basso, sfasato rispetto al segnale d'ingresso  $V_s$ .

Inoltre, fornendo il segnale di ingresso  $V_s$  anche al secondo ed al terzo operativo 21, 31, per mezzo degli appositi resistori 600 e 601, si ottiene

all'uscita 11c del primo operativo 11 un'uscita di tipo passa-banda sfasata o passa-basso sfasata, mentre l'uscita 21c del secondo operativo 21 fornisce un segnale di uscita di tipo elimina-banda, sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs; in corrispondenza dell'uscita 31c del terzo operativo 31, si ha invece  
5 un'uscita passa-basso sfasata, eventualmente abbinata ad un'uscita di tipo elimina-banda.

Nelle figure 67-69 il quarto stadio 40 viene utilizzato per retroazionare il terzo operativo 31.

Il primo ed il secondo stadio 10, 20 sono realizzati come stadi integratori: i rami  
10 di retroazione 15 e 25 del primo e secondo stadio 10, 20 sono definiti da rispettivi condensatori 13, 23; sono inoltre presenti i resistori 12, 22 e 32 sopra citati.

L'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'uscita 31c del terzo operativo 31, e l'uscita 41c del quarto stadio 41 è collegata  
15 all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 per mezzo del resistore 92.

Anche in questo caso, il collegamento diretto 91 è interposto tra l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativo 41.

Il resistore principale 60 collega l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e massa, mentre il resistore secondario 62 collega l'ingresso  
20 invertente 21a del secondo operativo e massa.

Un resistore di retroazione 102 ha una prima estremità 102a che può essere collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 o all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; la seconda estremità 102b del resistore 102 è collegata all'uscita 11c del primo operativo 11.

25 In particolare, in figura 67 un collegamento diretto 204 è previsto tra l'ingresso

invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del  
secondo operativo 21; un collegamento diretto 207 è altresì inserito tra  
l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente  
31a del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 31b del terzo  
operativo 31 è collegato a massa.

Inoltre, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente  
collegato all'uscita 31c del terzo operativo 31.

Nello schema di figura 68, l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 è  
collegato all'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 per mezzo  
del collegamento diretto 203, e l'ingresso non invertente 21b del secondo  
operativo 21 è collegato all'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31  
tramite il collegamento diretto 201; l'ingresso non invertente 11b del primo  
operativo 11 è collegato a massa.

Inoltre, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato  
all'uscita 31c del terzo operativo 31 tramite un primo resistore 42, ed un  
secondo resistore 43 è collegato tra l'ingresso non invertente 41b e l'uscita 41c  
del quarto operativo 41.

Nello schema di figura 69, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo  
41 può essere collegato all'uscita 31c del terzo operativo 31 sia direttamente,  
sia per mezzo del primo resistore 42; in questo secondo caso, il secondo  
resistore 43 è inserito tra l'ingresso non invertente 41b e l'uscita 41c del quarto  
operativo 41.

Inoltre, è previsto che il collegamento diretto 207 colleghi l'ingresso invertente  
11b del primo operativo 11 con l'ingresso invertente 31a del terzo  
operativo 31, mentre il collegamento diretto 201 collega tra loro l'ingresso



non invertente 21b del secondo operativo 21 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31 è collegato a massa.

Nei circuiti di figura 67-69 sopra descritti, l'uscita 11c del primo operativo 11 è di tipo passa-banda, ed il segnale fornito è presenta un prefissato sfasamento rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre il filtraggio fornito dall'uscita 21c del secondo operativo 21 è di tipo passa-basso; l'uscita 31c del terzo operativo 31 è di tipo passa-basso, ed il segnale di uscita è sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs.

Nelle configurazioni circuitali rappresentate nelle figure 70-72, il quarto stadio 40 è utilizzato per retroazionare il primo operativo 11.

Infatti, in questo caso il ramo di retroazione 15 del primo stadio 10 è definito dal quarto operativo 41 e dagli elementi circuitali ad esso associati.

Più in particolare, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'uscita 41c del quarto operativo 41 è collegata, per mezzo del resistore 92, all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11; il collegamento diretto 91 collega tra loro l'ingresso invertente 41a e l'uscita 41c del quarto operativo 41.

I rami di retroazione 25, 35 del secondo e terzo stadio 20, 30 sono definiti dai rispettivi condensatori 23, 33, e sono associati ai resistori 22, 32, che collegano, rispettivamente, l'uscita 11c del primo operativo 11 con l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21, e l'uscita 21c del secondo operativo 21 con

l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31.

In alternativa, il secondo o il terzo operativo 21, 31 possono essere retroazionati secondo la configurazione mostrata in figura 73.

Inoltre, un resistore 102 è collegato tra l'uscita 11c del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31; un resistore di collegamento 29 ha una prima estremità 29a collegata all'uscita 21c del secondo operativo 21, ed una seconda estremità 29b collegata all'ingresso invertente 11a del primo operativo 11.

In aggiunta a quanto sopra, un resistore di collegamento 109 è posizionato tra l'uscita 31c del terzo operativo 31 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; un resistore ausiliario 61 è collegato tra l'ingresso invertente 31a del terzo operativo 31 e massa, ed un resistore secondario 62 è collegato tra l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e massa.

Scendendo in maggiore dettaglio, in figura 70 un collegamento diretto 204 è interposto tra l'ingresso invertente 11a del primo operativo 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operativo 21; il collegamento diretto 212 collega tra loro l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operativo 31.

Inoltre, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è direttamente collegato all'uscita 11c del primo operativo 11, e l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 è collegato a massa.

In figura 71, l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41 è collegato all'uscita 11c del primo operativo 11 tramite il primo resistore 42, mentre il secondo resistore 43 è collegato tra l'uscita 41c e l'ingresso non invertente 41b del quarto operativo 41.

Il collegamento diretto 107 collega tra loro l'ingresso non invertente 11b del primo operativo 11 e l'ingresso invertente 21a del secondo operativo 21; il collegamento diretto 203 è posizionato tra l'ingresso invertente 11a del primo

operazionale 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31.

L'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale 21 è collegato a massa.

Nello schema di figura 72, l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale

41 può essere collegato all'uscita 11c del primo operazionale 11 direttamente,

oppure tramite il primo resistore 42; in questo secondo caso, il secondo resistore

43 è collegato tra l'uscita 41c e l'ingresso non invertente 41b del quarto operazionale 41.

Il collegamento diretto 203 è posizionato tra l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 e l'ingresso non invertente 31b del terzo operazionale 31,

mentre il collegamento diretto 204 collega tra loro l'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11 e l'ingresso non invertente 21b del secondo operazionale

21; l'ingresso non invertente 11b del primo operazionale 11 è collegato a massa.

Nei circuiti di figura 70-72 sopra descritti, l'uscita 11c del primo operazionale

11 è di tipo passa-alto, ed il segnale fornito è presenta un prefissato sfasamento

rispetto al segnale di ingresso Vs, mentre il filtraggio fornito dall'uscita 21c del

secondo operazionale 21 è di tipo passa-banda; l'uscita 31c del terzo

operazionale 31 è di tipo passa-basso, ed il segnale di uscita è sfasato rispetto al segnale di ingresso Vs.

Si noti come gli schemi delle figure 64-72 possano essere modificati, in

particolare per quanto riguarda le modalità di impiego del quarto stadio 40 per la

retroazione di un singolo stadio 10, 20 o 30; nelle figure 74-76 sono mostrate

varianti realizzative di tali retroazioni.

Un primo amplificatore operazionale è genericamente indicato col numero 401,

ed un secondo operazionale col numero 501; verrà chiarito in seguito a quali

degli operazionali 11, 21, 31 essi possano corrispondere.

Il primo operativo 401 presenta un ingresso invertente 401a, un ingresso non invertente 401b ed un'uscita 401c; all'ingresso invertente 401a è collegato un resistore 402, che ha una prima estremità 402a collegata all'ingresso invertente 401a, ed una seconda estremità 402b predisposta a ricevere un segnale di ingresso Vs da uno stadio posizionato a monte.

Anche il secondo operativo 501 presenta un ingresso invertente 501a, un ingresso non invertente 501b ed un'uscita 501c; l'ingresso non invertente 501b è collegato all'uscita 401c del primo operativo 401 tramite un ramo di collegamento 396, mentre l'ingresso invertente 501a e l'uscita 501c del secondo operativo 501 sono tra loro collegati per mezzo di un collegamento diretto 395.

Il ramo di collegamento 396 può essere un collegamento diretto, oppure può essere definito da un primo resistore 502; in questo secondo caso, è previsto che un secondo resistore 503 abbia una prima estremità 503a collegata all'ingresso non invertente 501a del secondo operativo 501, ed una seconda estremità 503b collegata all'uscita 501c del secondo operativo 501 stesso.

Un blocco di collegamento 450 collega l'uscita 501c del secondo operativo 501 con l'ingresso invertente 401a del primo operativo 401; il blocco di collegamento 450 può essere costituito da un solo resistore, da un solo condensatore, da un condensatore collegato in parallelo ad un resistore, oppure da un condensatore collegato in parallelo ad un ramo costituito da un resistore ed un condensatore collegati tra loro in serie.

In alternativa, come mostrato in figura 76, il primo resistore 502 può essere collegato tra l'ingresso invertente 501a del secondo operativo 501 e l'uscita 401c del primo operativo 401, mentre il secondo resistore 503 è collegato tra



l'ingresso invertente 501a e l'uscita 501c del secondo operativo 501; inoltre, l'ingresso non invertente 501b del secondo operativo 501 è direttamente collegato all'uscita 401c del primo operativo 401.

La struttura circuitale del blocco di collegamento 450 può assumere, in questa forma di realizzazione, le medesime configurazioni sopra descritte.

Lo stadio attivo illustrato in figura 74 può essere impiegato negli schemi delle figure 64, 66, 67 e 69 come stadio di ingresso, cioè il primo operativo 401 viene inserito al posto del primo operativo 11 nelle figure indicate, ed il secondo operativo 501 corrisponde al quarto operativo 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 74 può essere altresì impiegato negli schemi delle figure 67, 69, 70 e 72 come stadio intermedio, cioè il primo operativo 401 viene inserito al posto del secondo operativo 21 nelle figure indicate, ed il secondo operativo 501 corrisponde al quarto operativo 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 74 può essere inoltre impiegato negli schemi delle figure 64, 66, 70 e 72 come stadio finale, cioè il primo operativo 401 viene inserito al posto del terzo operativo 31 nelle figure indicate, ed il secondo operativo 501 corrisponde al quarto operativo 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 75 può essere impiegato negli schemi delle figure 65, 66, 68 e 69 come stadio di ingresso, cioè il primo operativo 401 viene inserito al posto del primo operativo 11 nelle figure indicate, ed il secondo operativo 501 corrisponde al quarto operativo 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 75 può essere altresì impiegato negli schemi delle figure 69, 71 e 72 come stadio intermedio, cioè il primo operativo 401 viene inserito al posto del secondo operativo 21 nelle figure indicate, ed il secondo operativo 501 corrisponde al quarto operativo 41 in tali figure.



Lo stadio attivo illustrato in figura 75 può essere inoltre impiegato negli schemi delle figure 65, 66 e 72 come stadio finale, cioè il primo operazionale 401 viene inserito al posto del terzo operazionale 31 nelle figure indicate, ed il secondo operazionale 501 corrisponde al quarto operazionale 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 76 può essere impiegato negli schemi delle figure 65, 66, 68, 69, 71 e 72 come stadio di ingresso, cioè il primo operazionale 401 viene inserito al posto del primo operazionale 11 nelle figure indicate, ed il secondo operazionale 501 corrisponde al quarto operazionale 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 76 può essere altresì impiegato negli schemi delle figure 65, 66, 69, 71 e 72 come stadio intermedio, cioè il primo operazionale 401 viene inserito al posto del secondo operazionale 21 nelle figure indicate, ed il secondo operazionale 501 corrisponde al quarto operazionale 41 in tali figure.

Lo stadio attivo illustrato in figura 76 può essere inoltre impiegato negli schemi delle figure 65, 66, 68, 69 e 72 come stadio finale, cioè il primo operazionale 401 viene inserito al posto del terzo operazionale 31 nelle figure indicate, ed il secondo operazionale 501 corrisponde al quarto operazionale 41 in tali figure.

Con riferimento alla figura 17, vengono ora esaminati in dettaglio il dimensionamento dei vari componenti circuitali ed i corrispondenti risultati ottenuti in termini di funzionamento del filtro.

La particolare forma di realizzazione considerata prevede che i mezzi di retroazione 13 del primo stadio 10 siano costituiti da un condensatore collegato in parallelo ad un resistore, e che l'uscita 41c del quarto operazionale 41 non sia collegata all'ingresso invertente 11a del primo operazionale 11; viene altresì escluso il resistore di retroazione 206.

Il circuito così definito è un filtro biquadratico, in cui l'uscita 11c è di tipo passa-banda, l'uscita 2c è di tipo passa-basso, e l'uscita 31c è di tipo passa-basso con sfasamento del segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso Vs.

Il fattore di qualità "Q" del filtro viene posto, a livello progettuale, pari a 100,

mentre la frequenza "f" in cui si ha il massimo guadagno è fissata a 9,952KHz.

Il modulo del guadagno tra l'ingresso (seconda estremità 12b del primo resistore 12 del primo stadio) e ciascuna delle uscite 11a, 21a, 31a è unitario, e la temperatura di funzionamento considerata nella presente analisi è la tipica temperatura ambiente di 27°C.

Gli operazionali impiegati (il primo operazionale 11, il secondo operazionale 21 ed il terzo operazionale 31) sono operazionali del tipo  $\mu A-741$ .

Il primo resistore 12 del primo stadio 10 ha una resistenza di 1,6M $\Omega$ ; il resistore principale 60 ed il resistore secondario 62 hanno una resistenza pari a 32K $\Omega$ ; il primo resistore 22 del secondo stadio 20, il primo ed il secondo resistore 32, 33 del terzo stadio 30, ed il resistore 51 del ramo di retroazione 50 hanno una resistenza di 16 K $\Omega$ ; il resistore dei mezzi di retroazione 13 del primo stadio ha una resistenza di 1,6M $\Omega$ .

Il condensatore 23 del secondo stadio 20 ed il condensatore dei mezzi di retroazione 13 del primo stadio presentano una capacità di 1nF.

Per quanto riguarda il quarto stadio 40, dal momento che il quarto operazionale 41 riceve in ingresso segnali (in particolare, dall'uscita 11c del primo operazionale 11 e dall'ingresso invertente 21a del secondo operazionale 21), ma

la sua uscita 41c non è collegata a sua volta a nessun nodo del filtro 1, esso si limita a fornire un'uscita supplementare per il filtro 1, senza influenzare il funzionamento degli altri stadi 10, 20, 30. Pertanto, i valori assunti dagli

elementi circuitali che lo compongono non rivestono particolare importanza nel presente contesto.

Il filtro 1 così ottenuto presenta un  $Q$  massimo pari a 116,22, con un errore del +16,22%, ed un valore minimo pari a 84,777, con un errore del -15,22%; il  
5 valore medio del parametro  $Q$  è di 98,358, con un errore pari a -1,642%.

Inoltre, da un'analisi statistica emerge che il valore "più probabile" assunto dal parametro  $Q$  è di 99,08, estremamente vicino al valore teorico di 100.

Per meglio apprezzare i risultati sopra riportati, si consideri che in un filtro con operazionali "ideali", il parametro  $Q$  assume con probabilità massima valori  
10 compresi tra 87,345 e 102,91, ed il singolo valore maggiormente probabile è 100,681.

Ulteriori valutazioni possono essere effettuate in relazione al parametro  $\sigma$  che indica l'entità della deviazione standard, assunta dalla distribuzione gaussiana del parametro  $Q$ , rispetto alla sua stessa media.

15 Il filtro 1, oggetto del trovato, presenta un  $\sigma$  pari a 6,470, mentre quello del filtro ideale è di 5,684.

Alla luce di quanto sopra, emerge l'estrema efficienza del filtro secondo presente invenzione.

Infatti, il filtro 1, sfrutta l'elaborazione delle tensioni parassite causate dalle non  
20 idealità degli operazionali, che sono inversamente proporzionali ai guadagni dinamici ad anello aperto degli operazionali stessi.

Il segnale impiegato per compensare i poli parassiti è ottenuto dall'amplificazione, o dalla somma amplificata, di tali tensioni.

La suddetta elaborazione altera la funzione di trasferimento reale del filtro, rendendola virtualmente ideale e diminuendone la sensibilità verso i componenti  
25



passivi.

Affinché l'effetto compensativo sia efficace, è necessario che tutti gli operazionali utilizzati siano del medesimo tipo, ed in particolare appartenenti ad un unico circuito integrato, dal momento che i dispositivi derivanti dallo stesso processo di fabbricazione hanno caratteristiche sostanzialmente identiche, che permettono un ottimale controbilanciamento di fase nel processo di compensazione.

Va inoltre notato che l'allineamento (sintonizzazione) della frequenza  $f$ , viene semplificato, in quanto è sufficiente agire su un singolo resistore; entro certi limiti, non è addirittura necessario procedere con tale sintonizzazione, dal momento che le tecniche di compensazione prevedono anche un automatico ripristino della  $f$ .

L'invenzione consegue importanti vantaggi.

Il filtro in accordo con il presente trovato è in grado di compensare in maniera ottimale le non idealità introdotte dagli elementi attivi presenti nel filtro stesso.

In particolare, tramite i semplici accorgimenti circuitali sopra descritti, è possibile compensare con estrema precisione gli effetti dovuti ai poli parassiti, indipendentemente dal numero degli stadi e dal numero degli stadi di amplificazione-filtraggio impiegati.

In altre parole, le tecniche di compensazione sopra descritte consentono al filtro di ottenere un comportamento del tutto simile a quello teorico ideale, prevedibile a priori con calcoli matematici standard.

Inoltre, gli accorgimenti circuitali sopra descritti risultano estremamente semplici ed economici, in quanto generalmente realizzati tramite cortocircuiti o singoli resistori.

## RIVENDICAZIONI

### 1. Filtro attivo comprendente:

#### - un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

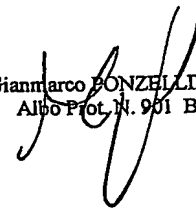
- mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale, ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

#### - un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);

- un primo resistore (22) avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un secondo resistore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);



- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);
- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31)

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), presentante una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un nodo a potenziale fisso e, preferibilmente, a massa.

2. Filtro secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (70) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

3. Filtro secondo la rivendicazione 1 o 2 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento (71) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo

amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

4. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31) è collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

5. Filtro secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (72) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31) essendo preferibilmente collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

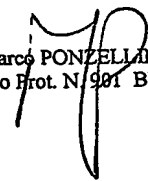
6. Filtro secondo la rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (73) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

7. Filtro secondo la rivendicazione 3 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c), collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed





una seconda estremità (42b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa;

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

8. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74), presentante una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) ed una seconda estremità (74b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21).

9. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

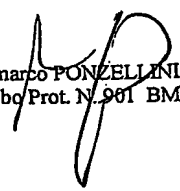
- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un condensatore (13), avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:



- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);
- un primo resistore (22) avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);
- un secondo resistore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata con l'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
- un terzo stadio (30), provvisto di:
  - un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);
  - un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
  - un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);
  - un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)



caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore ausiliario (61), presentante una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (61b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

5 10. Filtro secondo la rivendicazione 9 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (75) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

10 11. Filtro secondo le rivendicazioni 9 o 10 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (76) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

15 12. Filtro secondo le rivendicazioni 9 e 11 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (77) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

20 13. Filtro secondo la rivendicazione 12 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), presentante una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

14. Filtro secondo la rivendicazione 9 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso invertente (41a), collegato all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore

operazionale (31), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo  
5 amplificatore operazionale (31);

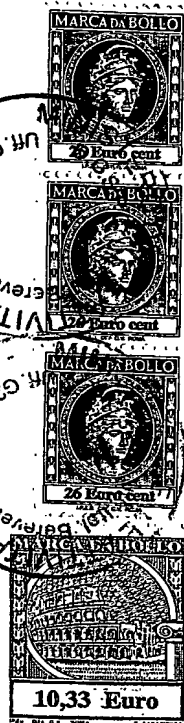
- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (43b), collegata all'uscita (41c) di detto quarto  
amplificatore operazionale (41),

10 detto ingresso non invertente (41b) del quarto amplificatore operazionale (41) essendo direttamente collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

15 15. Filtro secondo la rivendicazione 14 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (78) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

16. Filtro secondo la rivendicazione 14 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (79) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto  
20 primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

17. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 9 alla 16 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74),  
presentante una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di  
detto primo amplificatore operazionale (11) ed una seconda estremità (74b),  
25 collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11) o



all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21).

18. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso  
invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo  
(11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale  
d'ingresso (Vs);

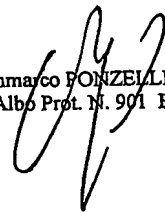
- mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo  
(11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto  
primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13)  
comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso  
invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);

- un primo resistore (22) avente una prima estremità (22a) collegata  
all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo  
(21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto  
primo amplificatore operativo (11);

- un secondo resistore (23), avente una prima estremità (23a) collegata  
all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo  
(21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto  
secondo amplificatore operativo (21);



- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b), collegata all'uscita (41c) di detto quarto

amplificatore operativo (41).

19. Filtro secondo la rivendicazione 18 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (80) tra l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (21b) di detto  
5 secondo amplificatore operativo (21).

20. Filtro secondo la rivendicazione 19 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (81) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo  
amplificatore operativo (31).

10 21. Filtro secondo la rivendicazione 19 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (82) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto  
amplificatore operativo (41).

15 22. Filtro secondo la rivendicazione 18 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (83) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (41a) di detto  
quarto amplificatore operativo (41).

20 23. Filtro secondo le rivendicazioni 18 o 22 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (84) tra l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso invertente  
(31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

24. Filtro secondo le rivendicazioni 18, 22 o 23 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (85) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di  
25 detto secondo amplificatore operativo (21).

25. Filtro secondo le rivendicazioni 18 o 23 quando dipende dalla 18, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (86) tra l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

26. Filtro secondo le rivendicazioni 18, 23 quando dipende dalla 18, o 25, caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (87) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

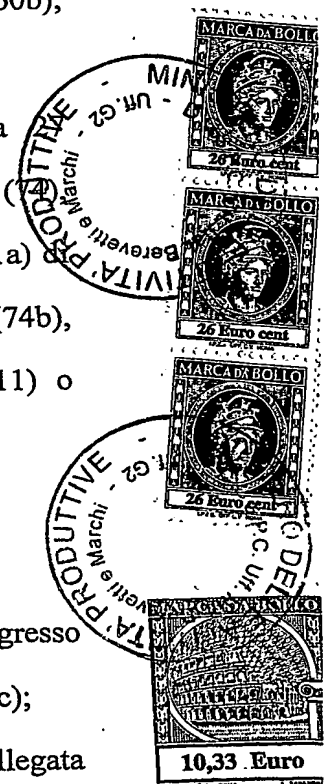
27. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 18 alla 26 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), presentante una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (60b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa.

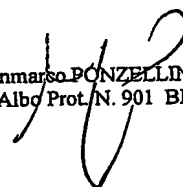
28. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 18 alla 27 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74) presentante una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) ed una seconda estremità (74b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21).

29. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);
- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo





(11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un condensatore (13), avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);

- un primo resistore (22) avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un secondo resistore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata



all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

5 - un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

10 - un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), direttamente collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed

15 una seconda estremità (42b);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

20 30. Filtro secondo la rivendicazione 29 caratterizzato dal fatto che la seconda estremità (42b) del primo resistore (42) di detto quarto stadio (40) è collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11).

31. Filtro secondo la rivendicazione 30 caratterizzato al fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (88) tra l'ingresso invertente (41a) di detto

25 quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (31b) di detto

terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un collegamento diretto (89) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

5 32. Filtro secondo le rivendicazioni 30 o 31 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74), presentante una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) ed una seconda estremità (74b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

10 33. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 29 alla 32 caratterizzato dal fatto che l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e/o all'ingresso non invertente (31b) di detto  
15 terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (90) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo in particolare provvisto inoltre di un resistore principale (60), collegato  
20 tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e massa, e di un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e massa.

34. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

25 - un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso

invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un primo resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso (Vs);

- un secondo resistore (13), presentante una prima estremità (13a), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- mezzi di retroazione (23), presentanti una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), detti mezzi di retroazione (23) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);



- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un secondo ramo di retroazione (101), presentante una prima estremità (101a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (101b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11).

35. Filtro secondo la rivendicazione 34 caratterizzato dal fatto che i mezzi di retroazione (23) di detto secondo stadio (20) sono definiti da un condensatore collegato tra l'uscita (21c) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

36. Filtro secondo la rivendicazione 34 caratterizzato dal fatto che detto secondo ramo di retroazione (101) è definito da un resistore (102), presentante una prima estremità (102a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (102b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11).

37. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 36 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un ramo di collegamento (103), presentante una prima estremità (103a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (103b),  
5 collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (103) essendo preferibilmente definito da un resistore (104).

38. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 36 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

10 - un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b) ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata, preferibilmente tramite un resistore (104), all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata  
15 all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata  
20 all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

39. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 38 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore ausiliario (61),  
presentante una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di  
25 detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (31)

collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

40. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 39 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e  
5 l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

41. Filtro secondo la rivendicazione 38 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

42. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 38 alla 41  
10 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) è collegato, direttamente o tramite un resistore (105), ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

43. Filtro secondo la rivendicazione 42 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore aggiuntivo (106), avente una prima estremità (106a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed  
15 una seconda estremità (106b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11).

44. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 38 alla 43 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento (107) tra  
20 l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore  
25 operazionale (31).

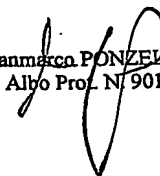
45. Filtro secondo la rivendicazione 44 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un ramo di collegamento (108) presentante una prima estremità (108a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (108b) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto ramo di collegamento (108) essendo  
5 preferibilmente definito da un resistore di collegamento (109).

46. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 38 alla 40 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) comprendendo inoltre preferibilmente un collegamento diretto (204) tra  
10 l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

47. Filtro secondo la rivendicazione 46 caratterizzato dal fatto che comprende  
15 inoltre un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore di collegamento (109), collegato tra  
20 l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

48. Filtro secondo la rivendicazione 40 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo  
25 amplificatore operazionale (21).





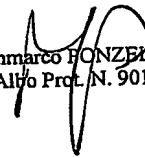
49. Filtro secondo la rivendicazione 48 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di collegamento (109), collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo preferibilmente  
5 provvisto inoltre di un ramo di collegamento (110) presentante una prima estremità (110a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (110b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto ramo di collegamento (110) essendo in particolare definito da un resistore  
10 (111) o da un collegamento diretto (207).

50. Filtro secondo le rivendicazioni 48 o 49 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un ramo di collegamento presentante una prima estremità collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo  
15 amplificatore operazionale (11), detto ramo di collegamento essendo preferibilmente definito da un resistore aggiuntivo (106).

51. Filtro secondo la rivendicazione 38 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore  
20 operazionale (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso e, in particolare, a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto tra l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

52. Filtro secondo la rivendicazione 51 caratterizzato dal fatto che comprende  
25





inoltre un collegamento diretto tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) comprendendo preferibilmente inoltre un collegamento diretto tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

53. Filtro secondo le rivendicazioni 51 o 52 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un ramo di collegamento, avente una prima estremità collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31) ed una seconda estremità collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto ramo di collegamento essendo preferibilmente definito da un resistore.

54. Filtro secondo le rivendicazioni 37 e/o 39 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), un ingresso invertente (41a) ed un'uscita (41c);
- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);
- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

55. Filtro secondo la rivendicazione 54 caratterizzato dal fatto che comprende

inoltre un ramo di collegamento (112) avente una prima estremità collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (112) essendo  
5 preferibilmente definito da un resistore (113) o da un collegamento diretto (213).

56. Filtro secondo le rivendicazioni 54 o 55 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore aggiuntivo (106), presentante una prima estremità (106a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore  
10 operativo (21), ed una seconda estremità (106b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto filtro (1) essendo in particolare provvisto inoltre di un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

57. Filtro secondo la rivendicazione 54 caratterizzato dal fatto che l'ingresso  
15 non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

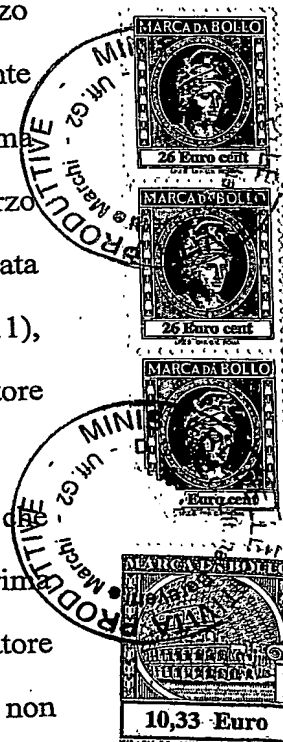
58. Filtro secondo la rivendicazione 57 caratterizzato dal fatto che comprende  
20 inoltre un ramo di collegamento (112), presentante una prima estremità collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (112) essendo preferibilmente definito da un resistore (113) o da un collegamento diretto  
25 (213), detto filtro (1) essendo in particolare provvisto inoltre di un resistore

aggiuntivo (106), presentante una prima estremità (106a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21) ed una seconda estremità (106b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11).

5 59. Filtro secondo la rivendicazione 54 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

10 60. Filtro secondo la rivendicazione 59 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto tra l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un ramo di collegamento (110), presentante una prima  
15 estremità (110a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (110b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (110) essendo in particolare definito da un resistore (111) o da un collegamento diretto (207).

20 61. Filtro secondo le rivendicazioni 59 o 60 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore aggiuntivo (106), presentante una prima estremità (106a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (106b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un ramo di collegamento (103),  
25 definito da un resistore (104) e presentante una prima estremità (103a) collegata



all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda  
estremità (103b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo  
amplificatore operazionale (11), detto filtro (1) essendo ancor più  
preferibilmente provvisto altresì di un resistore ausiliario (61), collegato tra  
5 l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e  
massa.

62. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 37  
caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante un ingresso invertente  
10 (41a), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo  
collegata, preferibilmente tramite un resistore (104), all'ingresso invertente  
(11a) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata  
all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed  
15 una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo  
amplificatore operazionale (21);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata  
all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed  
una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto  
20 amplificatore operazionale (41).

63. Filtro secondo la rivendicazione 62 caratterizzato al fatto che comprende  
inoltre un collegamento diretto (219) tra l'ingresso invertente (41a) di detto  
quarto amplificatore operazionale (41) e l'ingresso non invertente (21b) di detto  
secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo preferibilmente  
25 provvisto inoltre di un collegamento diretto (203, 212) tra l'ingresso non

invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31) e l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) o l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

64. Filtro secondo le rivendicazioni 62 o 63 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

65. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 37 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) tramite un collegamento diretto (218), un ingresso invertente (41a) ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente, a massa;

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41), detto filtro (1) comprendendo preferibilmente

un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31) e massa, ed ancor più preferibilmente un

resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto

secondo amplificatore operazionale (21) e massa.

66. Filtro secondo la rivendicazione 65 caratterizzato al fatto che l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è direttamente collegata all'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e/o all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

67. Filtro secondo le rivendicazioni 65 o 66 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un resistore di collegamento (109), collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e l'ingresso (21a) invertente di detto secondo amplificatore operazionale (21).

68. Filtro secondo le rivendicazioni 65 o 66 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (107) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un resistore di collegamento (109), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

69. Filtro secondo le rivendicazioni 65, 66 o 68 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore (104), collegato in parallelo ai mezzi di retroazione (23) di detto secondo stadio (20), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un resistore ausiliario (61), presentante una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo

amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (61b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

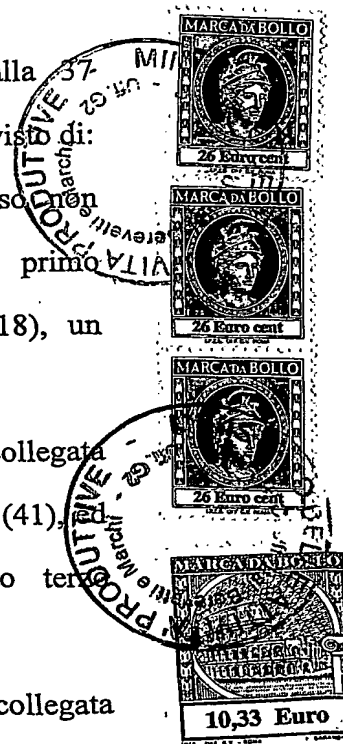
70. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 65 alla 69 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di collegamento (109), collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo inoltre provvisto preferibilmente di un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b), collegata ad un nodo a potenziale fisso e, in particolare, a massa.

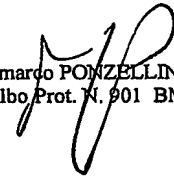
71. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 34 alla 37 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b) collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) tramite un collegamento diretto (218), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).





72. Filtro secondo la rivendicazione 71 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di collegamento (109) collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

5 73. Filtro secondo le rivendicazioni 71 o 72 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (219) tra l'ingresso  
10 non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), detto filtro (1) essendo ancor più preferibilmente provvisto di un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e massa, e di un resistore secondario (62), collegato tra  
15 l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e massa.

74. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10) provvisto di:

- 20 - un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b) ed un'uscita (11c);
- un primo resistore (14) avente una prima estremità (14a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (14b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso (Vs);
- 25 - un secondo resistore (13) avente una prima estremità (13a) collegata



all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) ed una seconda estremità (11b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

5        - un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

      - un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto  
10       primo amplificatore operativo (11);

      - un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto  
      secondo amplificatore operativo (21);

15       - un terzo stadio (30), provvisto di:

      - un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

      - un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto  
20       secondo amplificatore operativo (21);

      - un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto  
25       terzo amplificatore operativo (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11);

5 - un secondo ramo di retroazione (101), avente una prima estremità (101a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (101b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto secondo ramo di retroazione (101) essendo definito da un resistore (102);

10 - un ramo di collegamento (103), presentante una prima estremità (103a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (103b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto ramo di collegamento (103) essendo preferibilmente definito da un resistore (104)

15 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante:

- un'uscita (41c), collegata all'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e/o all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

20 - un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), tramite un resistore (57);

- un ingresso invertente (41a);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed

25 una seconda estremità (42b) collegata alla prima estremità (14a) del primo

resistore (14) del primo stadio (10);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b), collegata all'uscita (41c) di detto quarto  
5 amplificatore operativo (41).

75. Filtro secondo la rivendicazione 74 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un primo resistore di connessione (52), avente una prima estremità (52a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (52b) collegata all'uscita (21c) di  
10 detto secondo amplificatore operativo (21); detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto anche di un secondo resistore di connessione (53), presentante una prima estremità (53a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (53b) collegata ad un nodo a potenziale fisso e, in particolare, a massa.

76. Filtro secondo le rivendicazioni 74 o 75 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) comprendendo preferibilmente un resistore di collegamento (56), presentante  
15 una prima estremità (56a) collegata all'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (56b) collegata ad un nodo a potenziale fisso e, in particolare, a massa.

77. Filtro secondo la rivendicazione 75 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un primo resistore di collegamento (54), avente una prima estremità (54a) collegata all'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore  
25



operazionale (41), ed una seconda estremità (54b) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un secondo resistore di collegamento (55), presentante una prima estremità (55a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (55b) collegata ad un nodo a potenziale fisso e, in particolare, a massa.

78. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 74 alla 77 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore ausiliario (61), presentante una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (61b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, preferibilmente a massa, detto filtro (1) essendo in particolare provvisto inoltre di un resistore secondario (62), avente una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

79. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10) provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b) ed un'uscita (11c);

- un primo resistore (14) avente una prima estremità (14a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (14b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso (Vs);

- un secondo resistore (13) avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale

(11) ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e

presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (30), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo ramo di retroazione (101), avente una prima estremità (101a) collegata all'ingresso invertente (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (101b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detto secondo ramo di retroazione (101) essendo definito da un resistore (102);

- un ramo di collegamento (103), presentante una prima estremità (103a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (103b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (103) essendo preferibilmente definito da un resistore (104)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b) ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

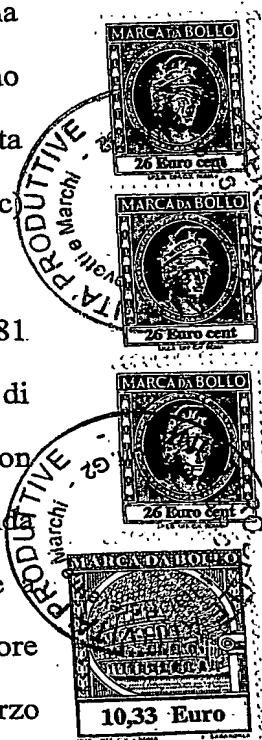
80. Filtro secondo la rivendicazione 79 caratterizzato dal fatto che comprende

inoltre un collegamento diretto (223) tra l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), e/o un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

81. Filtro secondo le rivendicazioni 79 o 80 caratterizzato dal fatto che l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è collegata, preferibilmente tramite un resistore (104), all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto altresì di un primo resistore di connessione (52), presentante una prima estremità (52a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) ed una seconda estremità (52b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

82. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 79 alla 81 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un secondo resistore di connessione (53), avente una prima estremità (53a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (53b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e massa, e di un resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e massa.

83. Filtro attivo comprendente:



- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un primo resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso ( $V_s$ );

- un secondo resistore (13), presentante una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

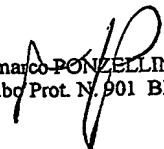
- un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b) ed un'uscita (31c);





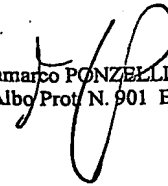
- un condensatore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

5 - un resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

10 - un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato al fatto che comprende inoltre un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di  
15 detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (62b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa.

84. Filtro secondo la rivendicazione 83 caratterizzato al fatto che comprende inoltre un resistore ausiliario (61), avente una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed  
20 una seconda estremità (61b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente massa.

85. Filtro secondo le rivendicazioni 83 o 84 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente  
25 (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).



86. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 83 al 85 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo  
5 amplificatore operativo (11) tramite un collegamento diretto (218), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo direttamente collegata all'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata,  
10 tramite un resistore o un collegamento diretto, all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa;

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata alla prima estremità (42a) di detto primo resistore (42), ed una seconda estremità  
15 (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

87. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 83 al 86 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre una rete di collegamento (45) per collegare tra loro detti primo, secondo e quarto stadio (10, 20, 40), detta rete di collegamento (45) essendo provvista di:

- un primo resistore (46), avente una prima estremità (46a) collegata all'uscita  
20 (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (46b) collegata alla prima estremità (43a) del secondo resistore (43) di detto quarto stadio (40);

- un secondo resistore (47), avente una prima estremità (47a) collegata all'uscita  
25 (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità

(47b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un terzo resistore (48), avente una prima estremità (48a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11b), ed una seconda estremità (48b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa.

88. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 83 alla 87 caratterizzato dal fatto che l'uscita di detto quarto amplificatore operativo (41c) è direttamente collegata all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

89. Filtro attivo comprendente:

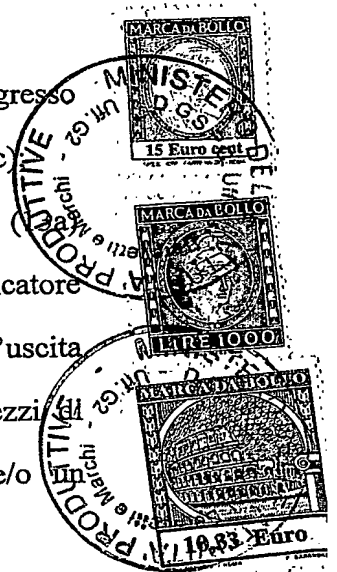
- un primo stadio (10), provvisto di:

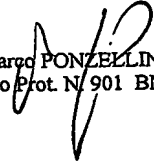
- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- mezzi di retroazione (13), presentanti una prima estremità collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o condensatore;

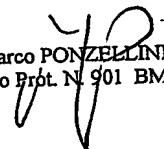
- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:





- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);
- un condensatore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto  
5 secondo amplificatore operazionale (21);
- un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto  
10 primo amplificatore operazionale (11);
- un terzo stadio (30), provvisto di:
  - un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);
  - un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata  
15 all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
  - un secondo resistore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore  
20 operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);
- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), avente una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo  
amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata  
25 all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)



caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo

(11), preferibilmente tramite un resistore (44);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b), collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

90. Filtro secondo la rivendicazione 89 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11).

91. Filtro secondo le rivendicazioni 89 o 90 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un resistore di retroazione (206), presentante una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b) collegata

all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

92. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 89 alla 91 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

5. 93. Filtro secondo la rivendicazione 90 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore di retroazione (206), presentante una  
10 prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

94. Filtro secondo la rivendicazione 89 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è  
15 direttamente collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore di retroazione (206), presentante una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto  
20 terzo amplificatore operazionale (31).

95. Filtro secondo la rivendicazione 94 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente  
25 provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di

detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

96. Filtro secondo la rivendicazione 94 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

97. Filtro secondo la rivendicazione 89 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo in particolare provvisto di un resistore di retroazione (206), presentante una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

98. Filtro secondo la rivendicazione 97 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

99. Filtro secondo la rivendicazione 89 caratterizzato dal fatto che l'ingresso



non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore di retroazione (206), presentante una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

100. Filtro secondo la rivendicazione 99 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (213) tra l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento (204) diretto tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

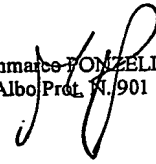
101. Filtro secondo la rivendicazione 100 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

102. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 89 alla 101 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), presentante una prima estremità (60a), collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (60b)

collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

103. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 89 alla 102 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore secondario (62),





presentante una prima estremità (62a), collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

104. Filtro attivo comprendente:

5 - un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

10 - mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

15 - un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

20 - un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

25 - un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo

(21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente

(31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (31b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un secondo resistore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), avente una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), avente un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata

all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

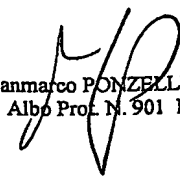
105. Filtro secondo la rivendicazione 104 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (206), avente una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

106. Filtro secondo le rivendicazioni 104 o 105 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è direttamente collegato a massa, detto filtro (1) comprendendo preferibilmente inoltre un resistore secondario (62), presentante una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo potenziale fisso, ed in particolare a massa.

107. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 104 alla 106 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo, detto filtro (1) essendo preferibilmente provvisto inoltre di un collegamento diretto (217) tra l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

108. Filtro secondo le rivendicazioni 104 o 105 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (218) tra l'ingresso invertente (11a)





di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41).

109. Filtro secondo la rivendicazione 108 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (219) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto  
5 secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), detto filtro (1) comprendendo inoltre preferibilmente un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre  
10 ancor più preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e massa.

110. Filtro secondo la rivendicazione 108 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (217) tra l'ingresso invertente (41a) di detto  
15 quarto amplificatore operativo (41) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

111. Filtro secondo le rivendicazioni 104 o 105 caratterizzato dal fatto che  
20 comprende inoltre un collegamento diretto (223) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (217) tra l'ingresso  
25 non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31) e l'ingresso

invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41).

112. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso

invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata

all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo

(11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto

primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13)

comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata

all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo

(11), ed una seconda estremità (12b), predisposta ricevere un segnale

d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso

invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata

all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo

(21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto

secondo amplificatore operativo (21);

- un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata

all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo

(21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto

primo amplificatore operativo (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un secondo resistore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), avente una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b) ed un'uscita (41c), detto ingresso non invertente (41b) essendo direttamente collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa;

- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata

all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

5 113. Filtro secondo la rivendicazione 112 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (206), avente una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41) essendo preferibilmente collegata all'ingresso non invertente  
10 (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e/o all'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

114. Filtro secondo le rivendicazioni 112 o 113 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).  
15

115. Filtro secondo le rivendicazioni 112 o 113 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).  
20

116. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 112 alla 115 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60) presentante una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa, detto filtro  
25 (1) essendo in particolare provvisto inoltre di un resistore secondario (62),



avente una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21b), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e preferibilmente a massa.

117. Filtro attivo comprendente:

5 - un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

10 - mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

15 - un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso (11a) invertente di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

20 - un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

25 - un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo



(21), ed una seconda estremità (21b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un secondo resistore (33), presentante una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), avente una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), avente un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), un ingresso invertente (41a) ed un'uscita (41c);

- un primo resistore (42), presentante una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un secondo resistore (43), presentante una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

5 118. Filtro secondo la rivendicazione 117 dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (206), avente una prima estremità (206a) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (206b), collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo  
10 amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21), l'ingresso invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) essendo in particolare direttamente  
15 collegato all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (41), detto filtro (1) essendo ancor più preferibilmente provvisto di un resistore principale (60), collegato tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e massa, e di un resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore  
20 operativo (21) e massa.

20 119. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un condensatore (13), avente una prima estremità (13a) collegata  
25 all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo

(11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un condensatore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto primo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

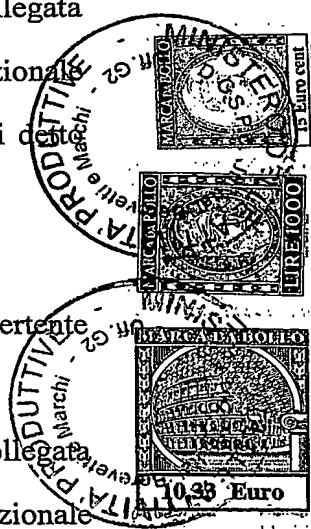
- un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un secondo resistore (33), presentante una prima estremità (33a)



collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore  
operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita  
(31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51),  
5   avente una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo  
amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)  
caratterizzato dal fatto che comprende inoltre una rete ausiliaria (95), provvista  
di:

10   - un primo resistore (96), presentante una prima estremità (96a) collegata  
all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda  
estremità (96b) collegata all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo  
amplificatore operazionale (31);

- un secondo resistore (97), avente una prima estremità (97a) collegata  
15   all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31),  
ed una seconda estremità (97b)

la seconda estremità (97b) di detto secondo resistore (97) essendo direttamente  
collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore  
operazionale (21) o ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

20   120. Filtro secondo la rivendicazione 119 caratterizzato dal fatto che comprende  
inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto  
primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto  
secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo inoltre  
preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), avente una prima  
25   estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo

amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

121. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

5       - un primo amplificatore operativo (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

      - mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto  
10       primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

      - un resistore (12), avente una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale  
15       d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

      - un secondo amplificatore operativo (21), avente un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

      - un primo resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto  
20       primo amplificatore operativo (11);

      - un secondo resistore (23), presentante una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore  
25       operativo (21), ed una seconda estremità (23b);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un condensatore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (33), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), interposto tra detti secondo e terzo stadio (20, 30), detto quarto stadio (40) essendo provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante un ingresso non invertente (41b) collegato all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata alla seconda estremità (32b) del resistore (32) di detto terzo stadio (30) ed alla seconda estremità (23b) del secondo resistore (23) di detto secondo stadio (20);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una

seconda estremità (42b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

122. Filtro secondo la rivendicazione 121 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (114), avente una prima estremità (114a) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (114b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11).

123. Filtro secondo le rivendicazioni 121 o 122 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21).

124. Filtro secondo le rivendicazioni 121 o 122 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

125. Filtro secondo le rivendicazioni 121 o 122 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente



(31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore principale (60), avente una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un  
5 nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

126. Filtro attivo comprendente.

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b) ed un'uscita (11c);
- 10 - mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b), collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;
- 15 - un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- 20 - un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);
- un condensatore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto  
25 secondo amplificatore operazionale (21);



- un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);
- 5 - un terzo stadio (30), provvisto di:
  - un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b) ed un'uscita (31);
  - un primo resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto  
10 secondo amplificatore operazionale (21);
  - un secondo resistore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b);
- 15 - un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), collegato a valle di detto terzo stadio (30) e provvisto di:
  - 20 - un quarto amplificatore operazionale (41), avente un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b) collegato all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (30), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata alla prima estremità (50a) di detto ramo di retroazione (50) ed alla seconda estremità (33b) del secondo resistore (33) di detto terzo stadio (30);
  - 25 - un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso

invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata  
5 all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41).

127. Filtro secondo la rivendicazione 126 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (115), avente una prima estremità (115a)  
10 collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (115b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11).

128. Filtro secondo la rivendicazione 127 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto  
15 secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

129. Filtro secondo la rivendicazione 127 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto  
20 terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (107) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

130. Filtro secondo la rivendicazione 127 caratterizzato dal fatto che comprende  
25 inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto

primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto  
secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo inoltre  
preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), avente una prima  
estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo  
amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un  
nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

131. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operativo (11), avente un ingresso invertente  
(11a), un ingresso non invertente (11b) ed un'uscita (11c);

- un primo resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo  
(11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale di  
ingresso ( $V_s$ );

- un secondo resistore (13), avente una prima estremità (13a) collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo  
(11), ed una seconda estremità (13b);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso  
invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un condensatore (23), avente una prima estremità (23a) collegata  
all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo  
(20), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto  
secondo amplificatore operativo (21);

- un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata



all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un condensatore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (30);

- un resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), interposto tra detti primo e secondo stadio (10, 20) e provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), avente un ingresso non invertente (41b) collegato all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata alla seconda estremità (22b) del resistore (22) di detto secondo stadio (20) ed alla seconda estremità (13b) del secondo resistore (13) di detto primo stadio

(11);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (42b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

5 - un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

132. Filtro secondo la rivendicazione 131 caratterizzato dal fatto che comprende  
10 inoltre un primo resistore di retroazione (116), avente una prima estremità (116a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (116b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un secondo resistore di retroazione (117), avente  
15 una prima estremità (117a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (117b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11).

133. Filtro secondo le rivendicazioni 131 o 132 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un ramo di collegamento (118), avente una prima estremità  
20 (118a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11), detto ramo di collegamento (118) essendo definito da un resistore (119) o da un collegamento diretto (207), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un  
25 resistore di connessione (120), avente una prima estremità (120a) collegata

all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (120b) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11).

134. Filtro secondo le rivendicazioni 131 o 132 caratterizzato dal fatto che  
5 comprende inoltre un collegamento diretto (107) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e  
10 l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

135. Filtro secondo la rivendicazione 134 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di collegamento (121), avente una prima estremità (121a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (121b) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo  
15 amplificatore operativo (21) ed all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11).

136. Filtro secondo le rivendicazioni 131 o 132 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo  
20 preferibilmente inoltre provvisto di un resistore ausiliario (61), avente una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (61b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

25 137. Filtro secondo la rivendicazione 136 caratterizzato dal fatto che comprende

inoltre una rete di connessione (122), provvista di:

- un primo ramo (123), definito da un resistore o da un cortocircuito, avente una prima estremità (123a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (123b), collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa;
- un secondo ramo (124), preferibilmente definito da un resistore, avente una prima estremità (124a) collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (124b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

138. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);
- un condensatore (13), avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);
- un resistore (12), avente una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);
- un primo resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata



- all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);
- 5 - un secondo resistore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
- un terzo stadio (30), provvisto di:
- 10 - un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);
- un condensatore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);
- 15 - un resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);
- 20 - un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:
- 25 - un quarto amplificatore operazionale (41), avente un ingresso non invertente (41b) direttamente collegato all'ingresso invertente (31a) di detto terzo



amplificatore operazionale (31), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata all'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa;
- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41).

139. Filtro secondo la rivendicazione 138 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74), avente una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (74b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

140. Filtro secondo le rivendicazioni 138 o 139 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), avente una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore ausiliario (61), avente una prima estremità (61a) collegata

all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (61b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa.

141. Filtro attivo comprendente:

5 - un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

10 - un condensatore (13), avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

15 - un resistore (12), avente una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

20 - un condensatore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

25 - un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto

primo amplificatore operativo (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

5 - un primo resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

10 - un secondo resistore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo  
15 amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operativo (41), presentante un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (11a) di detto primo  
20 amplificatore operativo (11), un ingresso invertente (41a) ed un'uscita (41c), quest'ultima essendo collegata direttamente all'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda  
25 estremità (42b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa;



- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41).

5 142. Filtro secondo la rivendicazione 141 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (102), presentante una prima estremità (102a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) o all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (102b) collegata all'uscita (11c) di detto primo  
10 amplificatore operazionale (11), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

143. Filtro secondo le rivendicazioni 141 o 142 caratterizzato dal fatto che  
15 comprende inoltre un resistore principale (60), avente una prima estremità (60a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (60b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), avente una prima estremità (62a) collegata  
20 all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, e in particolare a massa.

144. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

25 - un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso

invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un primo resistore (12), avente una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso (Vs);

- un secondo resistore (13), avente una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un condensatore (23), avente una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (23b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

- un resistore (22), avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11);

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operazionale (31), avente un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un condensatore (33), avente una prima estremità (33a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto primo amplificatore operazionale

(31), ed una seconda estremità (33b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un resistore (32), avente una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (32b) collegata all'uscita (21c) di detto  
5 secondo amplificatore operazionale (21);

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata  
10 all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)

caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante un ingresso non invertente (41b), collegato all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), un ingresso invertente (41a), ed un'uscita (41),  
15 quest'ultima essendo direttamente collegata all'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31);

- un primo resistore (42), avente una prima estremità (42a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (42b) collegata ad una nodo a potenziale fisso, e in particolare a  
20 massa;

- un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso invertente (41a) di detto quarto amplificatore operazionale (41), ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto  
amplificatore operazionale (41).

145 Filtro secondo la rivendicazione 144 caratterizzato dal fatto che comprende

inoltre un resistore di retroazione (102), avente una prima estremità (102a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (102b) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) o all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

146. Filtro secondo le rivendicazioni 144 o 145 caratterizzato al fatto che comprende inoltre un resistore ausiliario (61), avente una prima estremità (61a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (61b) collegata ad un nodo a potenziale fisso in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), avente una prima estremità (62a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (62b) collegata ad un nodo a potenziale fisso, in particolare a massa, detto filtro (1) essendo ancora più preferibilmente provvisto di un resistore di collegamento (109), collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21).

147. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10) provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b) ed un'uscita (11c);

- un primo ramo di retroazione (15), avente una prima estremità (15a)

collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (15b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

5 - un resistore (12), avente una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), ed una seconda estremità (12b) predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );

- un secondo stadio (20) provvisto di:

10 - un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b), ed un'uscita (21c);

- un secondo ramo di retroazione (25), presentante una prima estremità (25a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (25b) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

15 - un resistore (22), presentante una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

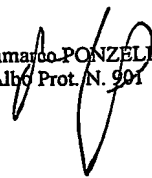
- un terzo stadio (30) provvisto di:

20 - un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un uscita (31c);

- un terzo ramo di retroazione (35), presentante una prima estremità (35a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (35b) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31);

25





- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21);

5 - un ramo di retroazione principale (50), preferibilmente definito da un resistore (51), presentante una prima estremità (50a) collegata all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) caratterizzato dal fatto che almeno uno tra detti primo, secondo o terzo ramo di  
10 retroazione (15, 25, 35) comprende un quarto stadio (40), provvisto di:

- un quarto amplificatore operazionale (41), presentante un ingresso invertente (41a), un ingresso non invertente (41b), ed un'uscita (41c);  
- un collegamento diretto (91) tra l'ingresso invertente (41a) e l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41).

15 148. Filtro secondo la rivendicazione 147 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (74), avente una prima estremità (74a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (74b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11) o all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore  
20 operazionale (21).

149. Filtro secondo le rivendicazioni 147 o 148 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) è collegato, direttamente o tramite un primo resistore (42), all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), l'uscita (41c) di detto quarto  
25 amplificatore operazionale (41) essendo collegata all'ingresso invertente (21a)

di detto secondo amplificatore operazionale (21) tramite un resistore (92).

150. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 147 alla 149 caratterizzato dal fatto che detto primo ramo di retroazione (15) è definito da un condensatore (13), collegato tra l'uscita (11c) e l'ingresso invertente (11a) di  
5 detto primo amplificatore operazionale (11), detto terzo ramo di retroazione (35) essendo preferibilmente definito da un condensatore (33) collegato tra l'uscita (31c) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

151. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 147 alla 150 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (207) tra  
10 l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) comprendendo inoltre preferibilmente un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

152. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 147 alla 149  
15 caratterizzato dal fatto che detto quarto stadio (40) comprende inoltre un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore  
20 operazionale (41).

153. Filtro secondo la rivendicazione 152 caratterizzato dal fatto che comprende  
inoltre un collegamento diretto (107) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto  
primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto  
secondo amplificatore operazionale (21), detto filtro (1) essendo inoltre  
25 preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non

invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31).

154. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 147 alla 150 o la rivendicazione 152 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (107) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).

155. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 147 alla 154 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), collegato tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

156. Filtro secondo la rivendicazione 147 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di retroazione (102), avente una prima estremità (102a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) o all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (11b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11).

157. Filtro secondo la rivendicazione 156 caratterizzato dal fatto che l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) è collegato,



direttamente o tramite un primo resistore (42), all'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41) essendo collegata tramite un resistore (92) all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

5 158. Filtro secondo le rivendicazioni 156 o 157 caratterizzato dal fatto che detto primo ramo di retroazione (15) è definito da un condensatore (13), collegato tra l'ingresso invertente (11a) e l'uscita (11c) di detto primo amplificatore operazionale (11), detto secondo ramo di retroazione (25) essendo definito da un condensatore (23), collegato tra l'ingresso invertente (21a) e l'uscita (21c) di  
10 detto secondo amplificatore operazionale (21).

159. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 156 alla 158 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21),  
15 detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

160. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 156 alla 158  
20 caratterizzato dal fatto che detto quarto stadio (40) comprende inoltre un secondo resistore (43), avente una prima estremità (43a) collegata all'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operazionale (41) ed una seconda estremità (43b) collegata all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operazionale (41).

25 161. Filtro secondo la rivendicazione 160 caratterizzato dal fatto che comprende

inoltre un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

162. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 156 alla 158 o la rivendicazione 160 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (207) tra l'ingresso non invertente (11b) di detto primo amplificatore operazionale (11) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (201) tra l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operazionale (21) e l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operazionale (31).

163. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 156 alla 162 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore principale (60), collegato tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa, detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operazionale (21) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

164. Filtro secondo la rivendicazione 147 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore di collegamento (29), avente una prima estremità (29a) collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operazionale (21), ed una seconda estremità (29b) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto

secondo amplificatore operativo (21) o all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11).

165. Filtro secondo la rivendicazione 164 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore (102), avente una prima estremità (102a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (102b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore di collegamento (109), collegato tra l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31), e l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

166. Filtro secondo le rivendicazioni 164 o 165 caratterizzato dal fatto che l'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41) è collegata tramite un resistore (92) all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11), l'ingresso non invertente (41b) di detto quarto amplificatore operativo (41) essendo collegato, direttamente o tramite un primo resistore (42), all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11).

167. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 164 alla 166 caratterizzato dal fatto che detto secondo ramo di retroazione (25) è definito da un condensatore (23), collegato tra l'ingresso invertente (21a) e l'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), detto terzo ramo di retroazione (35) essendo definito da un condensatore (33), collegato tra l'ingresso invertente (31a) e l'uscita (31c) di detto terzo amplificatore operativo (31).

168. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 164 alla 167 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e

l'ingresso non invertente (21b) di detto secondo amplificatore operativo (21),  
detto filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un collegamento  
diretto (212) tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore  
operativo (21) e l'ingresso non invertente (31b) di detto terzo amplificatore  
operativo (31).

169. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 164 alla 167  
caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un secondo resistore (43), avente  
una prima estremità (43a) collegata all'ingresso non invertente (41b) di detto  
quarto amplificatore operativo (41), ed una seconda estremità (43b) collegata  
all'uscita (41c) di detto quarto amplificatore operativo (41).

170. Filtro secondo la rivendicazione 169 caratterizzato dal fatto che comprende  
inoltre un collegamento diretto (203) tra l'ingresso invertente (11a) di detto  
primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (31b) di detto  
terzo amplificatore operativo (31), detto filtro (1) essendo inoltre  
preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (107) tra l'ingresso  
invertente (11b) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso  
invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21).

171. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 164 alla 167 o la  
rivendicazione 169 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un  
collegamento diretto (204) tra l'ingresso invertente (11a) di detto primo  
amplificatore operativo (11) e l'ingresso non invertente (21b) di detto  
secondo amplificatore operativo (21), detto filtro (1) essendo inoltre  
preferibilmente provvisto di un collegamento diretto (203) tra l'ingresso  
invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo (11) e l'ingresso non  
invertente (31b) di detto terzo amplificatore operativo (31).



172. Filtro secondo una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 164 alla 171 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un resistore secondario (62), collegato tra l'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa, detto  
5 filtro (1) essendo inoltre preferibilmente provvisto di un resistore ausiliario (61), collegato tra l'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31) ed un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

173. Stadio amplificatore caratterizzato dal fatto di comprendere:

- un primo stadio (400), provvisto di:

10 - un primo amplificatore operativo (401), presentante un ingresso invertente (401a), un ingresso non invertente (401b) ed un'uscita (401c);  
- un primo resistore (402), avente una prima estremità (402a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operativo (401), ed una seconda estremità (402b), predisposta a ricevere un segnale  
15 di ingresso ( $V_s$ );

- un secondo resistore (403), avente una prima estremità (403a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operativo (401) ed una seconda estremità (403b) collegata all'uscita (401c) di detto  
primo amplificatore operativo (401);

20 - un secondo stadio (500), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (501), presentante un ingresso invertente (501a), un ingresso non invertente (501b), ed un'uscita (501c);

- un primo resistore (502), avente una prima estremità collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore  
operativo (501), ed una seconda estremità (502b) collegata all'uscita  
25



(401c) di detto primo amplificatore operazionale (401);

- un secondo resistore (503), avente una prima estremità (503a) collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501), ed una seconda estremità (503b) collegata all'uscita

5 (501c) di detto secondo amplificatore operazionale (501);

- un collegamento diretto (399) tra l'ingresso non invertente (401b) di detto primo amplificatore operazionale (401) e l'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501)

l'ingresso non invertente (501b) di detto secondo amplificatore operazionale  
10 (501) essendo preferibilmente collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

174. Stadio amplificatore caratterizzato dal fatto di comprendere:

- un primo stadio (400), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (401), presentante un ingresso  
15 invertente (401a), un ingresso non invertente (401b) ed un'uscita (401c);

- un primo resistore (402), avente una prima estremità (402a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401), ed una seconda estremità (402b), predisposta a ricevere un segnale di ingresso ( $V_s$ );

20 - un secondo resistore (403), avente una prima estremità (403a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401) ed una seconda estremità (403b) collegata all'uscita (401c) di detto primo amplificatore operazionale (401);

- un secondo stadio (500), provvisto di:

- un secondo amplificatore operazionale (501), presentante un ingresso

- invertente (501a), un ingresso non invertente (501b), ed un'uscita (501c);
- un resistore (502), avente una prima estremità collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operativo (501), ed una seconda estremità (502b) collegata all'uscita (401c) di detto primo  
5 amplificatore operativo (401);
  - un condensatore (503), avente una prima estremità (503a) collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operativo (501), ed una seconda estremità (503b) collegata all'uscita (501c) di detto secondo amplificatore operativo (501);
  - 10 - un terzo stadio (600), provvisto di:
    - un terzo amplificatore operativo (601), presentante un ingresso invertente (601a), un ingresso non invertente (601b) ed un'uscita (601c);
    - un primo resistore (602), avente una prima estremità (602a) collegata all'ingresso invertente (601a) di detto terzo amplificatore operativo (601), ed una seconda estremità (602b), collegata all'uscita (501c) di  
15 detto secondo amplificatore operativo (501);
    - un secondo resistore (603), avente una prima estremità (603a) collegata all'ingresso invertente (601a) di detto terzo amplificatore operativo (601) ed una seconda estremità (603b) collegata all'uscita (601c) di detto  
20 terzo amplificatore operativo (601);
    - un collegamento diretto (398) tra l'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operativo (401) e l'ingresso non invertente (601b) di detto  
terzo amplificatore operativo (601);
    - un collegamento diretto (397) tra l'ingresso non invertente (501b) di detto  
25 secondo amplificatore operativo (501) e l'ingresso invertente (601a) di detto

terzo amplificatore operazionale (601);

l'ingresso non invertente (401b) di detto primo amplificatore operazionale (401) essendo preferibilmente collegato ad un nodo a potenziale fisso, ed in particolare a massa.

5 175. Stadio amplificatore caratterizzato dal fatto di comprendere:

- un primo amplificatore operazionale (401), presentante un ingresso invertente (401a), un ingresso non invertente (401b), ed un'uscita (401c);

- un primo resistore (402), presentante una prima estremità (402a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401) ed una seconda estremità predisposta a ricevere un segnale di ingresso ( $V_s$ );

10 - un secondo amplificatore operazionale (501), presentante un ingresso invertente (501a), un ingresso non invertente (501b), ed un'uscita (501c);

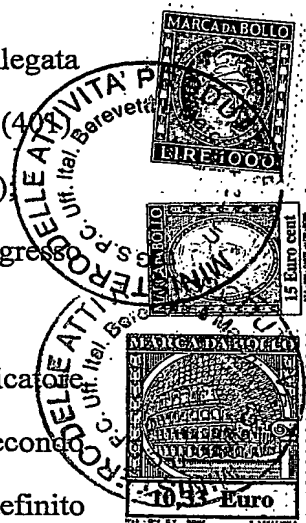
- un ramo di collegamento (396) tra l'uscita (401c) di detto primo amplificatore operazionale (401) e l'ingresso non invertente (501b) di detto secondo amplificatore operazionale (501), detto ramo di collegamento essendo definito da un primo resistore (502) o da un collegamento diretto;

15 - un collegamento diretto (395) tra l'ingresso invertente (501a) e l'uscita (501c) di detto secondo amplificatore operazionale (501);

- un blocco di collegamento (450), circuitalmente interposto tra l'uscita (501c) di detto secondo amplificatore operazionale (501) e l'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401).

176. Stadio secondo la rivendicazione 175 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un secondo resistore (503), collegato tra l'uscita (501c) e l'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501).

25 177. Stadio secondo le rivendicazioni 175 o 176 caratterizzato dal fatto che detto



blocco di collegamento (450) comprende un resistore e/o un condensatore.

178. Stadio secondo la rivendicazione 177 caratterizzato dal fatto che detto blocco di collegamento (450) è definito da un resistore e da un condensatore collegati tra loro in parallelo.

5 179. Stadio secondo la rivendicazione 177 caratterizzato dal fatto che detto blocco di collegamento (450) è definito da un condensatore collegato in parallelo ad un ramo definito da un resistore ed un condensatore collegati tra loro in serie.

180. Stadio amplificatore caratterizzato dal fatto di comprendere:

- 10 - un primo amplificatore operazionale (401), presentante un ingresso invertente (401a), un ingresso non invertente (401b), ed un'uscita (401c);
- un resistore (402), avente una prima estremità (402a) collegata all'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401), ed una seconda estremità (402b) predisposta a ricevere un segnale di ingresso (Vs);
- 15 - un secondo amplificatore operazionale (501), presentante un ingresso invertente (501a), un ingresso non invertente (501b), ed un'uscita (501c);
- un primo resistore (502), presentante una prima estremità (502a) collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501), ed una seconda estremità (502b) collegata all'uscita (401c) di detto primo
- 20 amplificatore operazionale (401);
- un secondo resistore (503), presentante una prima estremità (503a) collegata all'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501), ed una seconda estremità (503b) collegata all'uscita (501c) di detto secondo
- 25 amplificatore operazionale (501);
- un blocco di collegamento (450), circuitalmente interposto tra l'uscita (501c)

di detto secondo amplificatore operazionale (501) e l'ingresso invertente (401a) di detto primo amplificatore operazionale (401).

181. Stadio secondo la rivendicazione 180 caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un secondo resistore (503), collegato tra l'uscita (501c) e l'ingresso invertente (501a) di detto secondo amplificatore operazionale (501).

182. Stadio secondo le rivendicazioni 180 o 181 caratterizzato dal fatto che detto blocco di collegamento (450) comprende un resistore e/o un condensatore, l'ingresso non invertente (501b) di detto secondo amplificatore operazionale (501) essendo preferibilmente direttamente collegato all'uscita (401c) di detto primo amplificatore operazionale (401).

183. Stadio secondo la rivendicazione 182 caratterizzato dal fatto che detto blocco di collegamento (450) è definito da un resistore e da un condensatore collegati tra loro in parallelo.

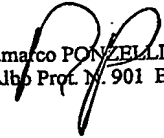
184. Stadio secondo la rivendicazione 182 caratterizzato dal fatto che detto blocco di collegamento (450) è definito da un condensatore collegato in parallelo ad un ramo definito da un resistore ed un condensatore collegati tra loro in serie.

185. Filtro attivo comprendente:

- un primo stadio (10), provvisto di:

- un primo amplificatore operazionale (11), presentante un ingresso invertente (11a), un ingresso non invertente (11b), ed un'uscita (11c);

- un resistore (12), presentante una prima estremità (12a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11), ed una seconda estremità (12b), predisposta a ricevere un segnale d'ingresso ( $V_s$ );



- mezzi di retroazione (13), aventi una prima estremità (13a) collegata all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operativo, ed una seconda estremità (13b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11), detti mezzi di retroazione (13) comprendendo preferibilmente un resistore e/o un condensatore;

- un secondo stadio (20), provvisto di:

- un secondo amplificatore operativo (21), presentante un ingresso invertente (21a), un ingresso non invertente (21b) ed un'uscita (21c);

- un resistore (22) avente una prima estremità (22a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (22b) collegata all'uscita (11c) di detto primo amplificatore operativo (11);

- mezzi di retroazione (23), aventi una prima estremità (23a) collegata all'ingresso invertente (21a) di detto secondo amplificatore operativo (21), ed una seconda estremità (23b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21), detti mezzi di retroazione (23) essendo preferibilmente definiti da un resistore e/o da un condensatore;

- un terzo stadio (30), provvisto di:

- un terzo amplificatore operativo (31), presentante un ingresso invertente (31a), un ingresso non invertente (31b), ed un'uscita (31c);

- un resistore (32), presentante una prima estremità (32a) collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore operativo (31), ed una seconda estremità (32b), collegata all'uscita (21c) di detto secondo amplificatore operativo (21);

- mezzi di retroazione (33), presentanti una prima estremità (33a)

collegata all'ingresso invertente (31a) di detto terzo amplificatore  
operazionale (31), ed una seconda estremità (33b), collegata all'uscita  
(31c) di detto terzo amplificatore operazionale (31), detti mezzi di  
retroazione essendo preferibilmente definiti da un resistore e/o da un  
condensatore;

- un ramo di retroazione (50), preferibilmente definito da un resistore (51), e  
presentante una prima estremità (50a), collegata all'uscita (31c) di detto terzo  
amplificatore operazionale (31), ed una seconda estremità (50b), collegata  
all'ingresso invertente (11a) di detto primo amplificatore operazionale (11)  
caratterizzato dal fatto che comprende inoltre un collegamento diretto tra  
l'ingresso invertente (11a, 21a, 31a) di un prefissato tra detti primo, secondo e  
terzo amplificatore operazionale (11, 21, 31), e l'ingresso non invertente (11b,  
21b, 31b) di uno di detti amplificatori operazionali (11, 21, 31) diverso da detto  
prefissato amplificatore operazionale, almeno uno tra detti ingressi non  
invertenti (11b, 21b, 31b) essendo preferibilmente collegato ad un nodo  
potenziale fisso, ed in particolare a massa.

IL MANDATARIO

Ing. Gianmarco PONZELLINI

Albo Prot. n. 901BM



FIG.1a

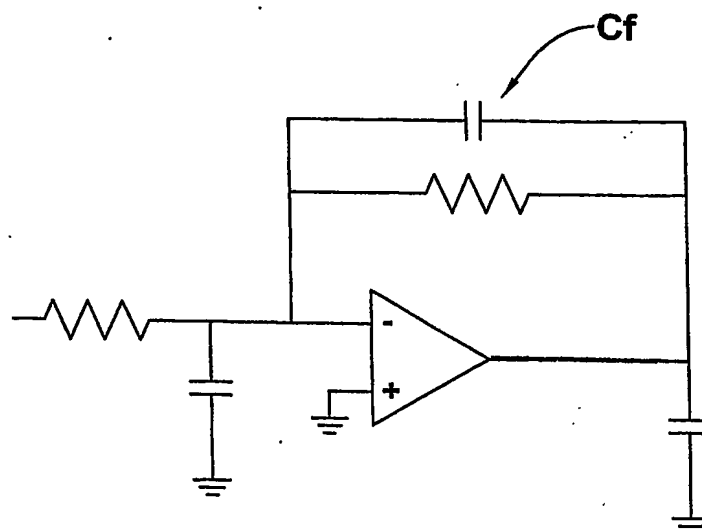
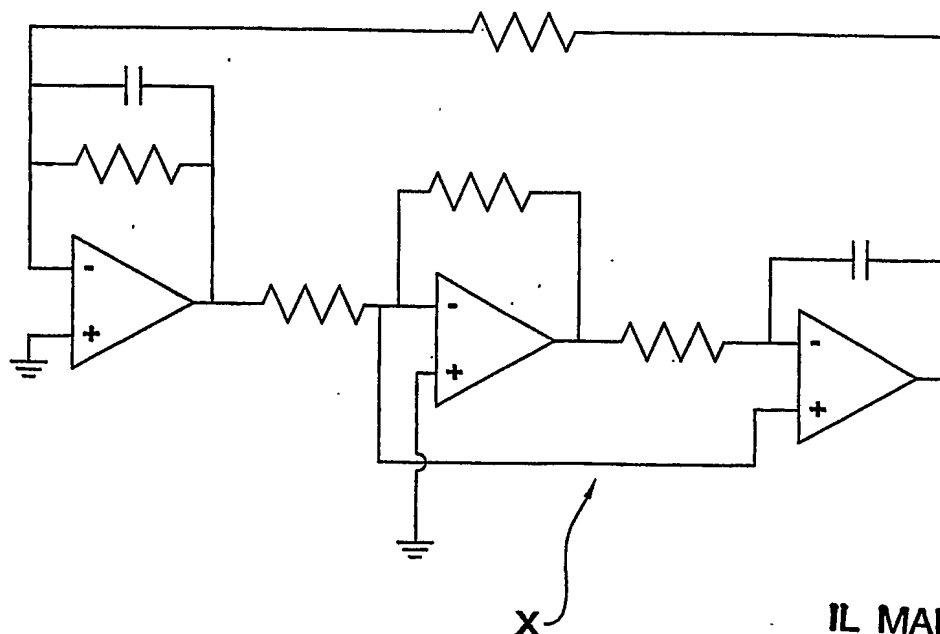


FIG.1b

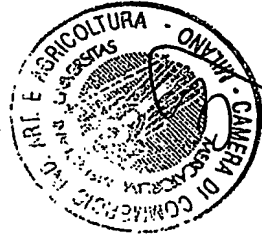


2003A001566

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con il n. 901 BM  
*[Signature]*



M 200 340 01 5



IL-MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con n. 601 B.M.

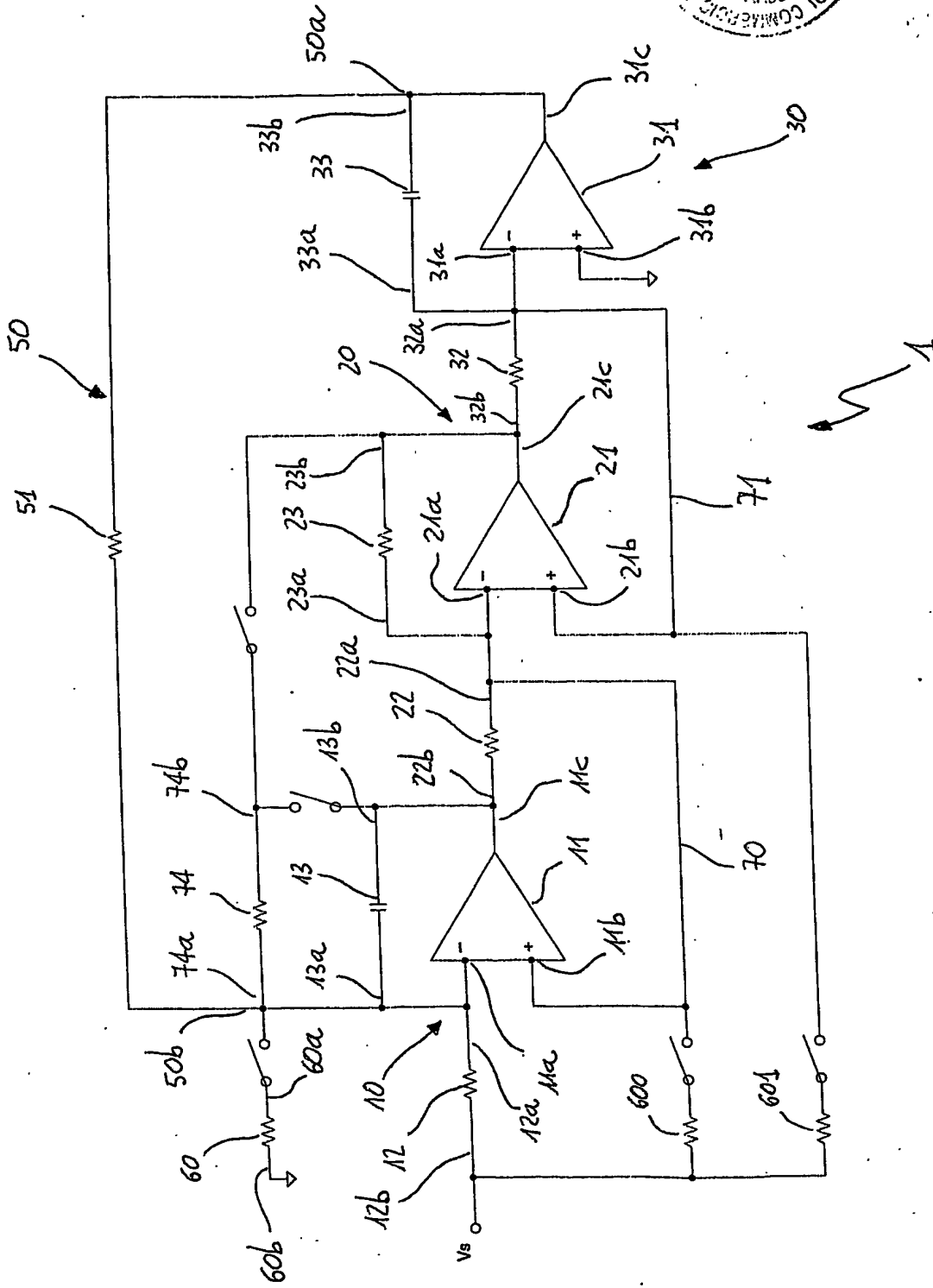
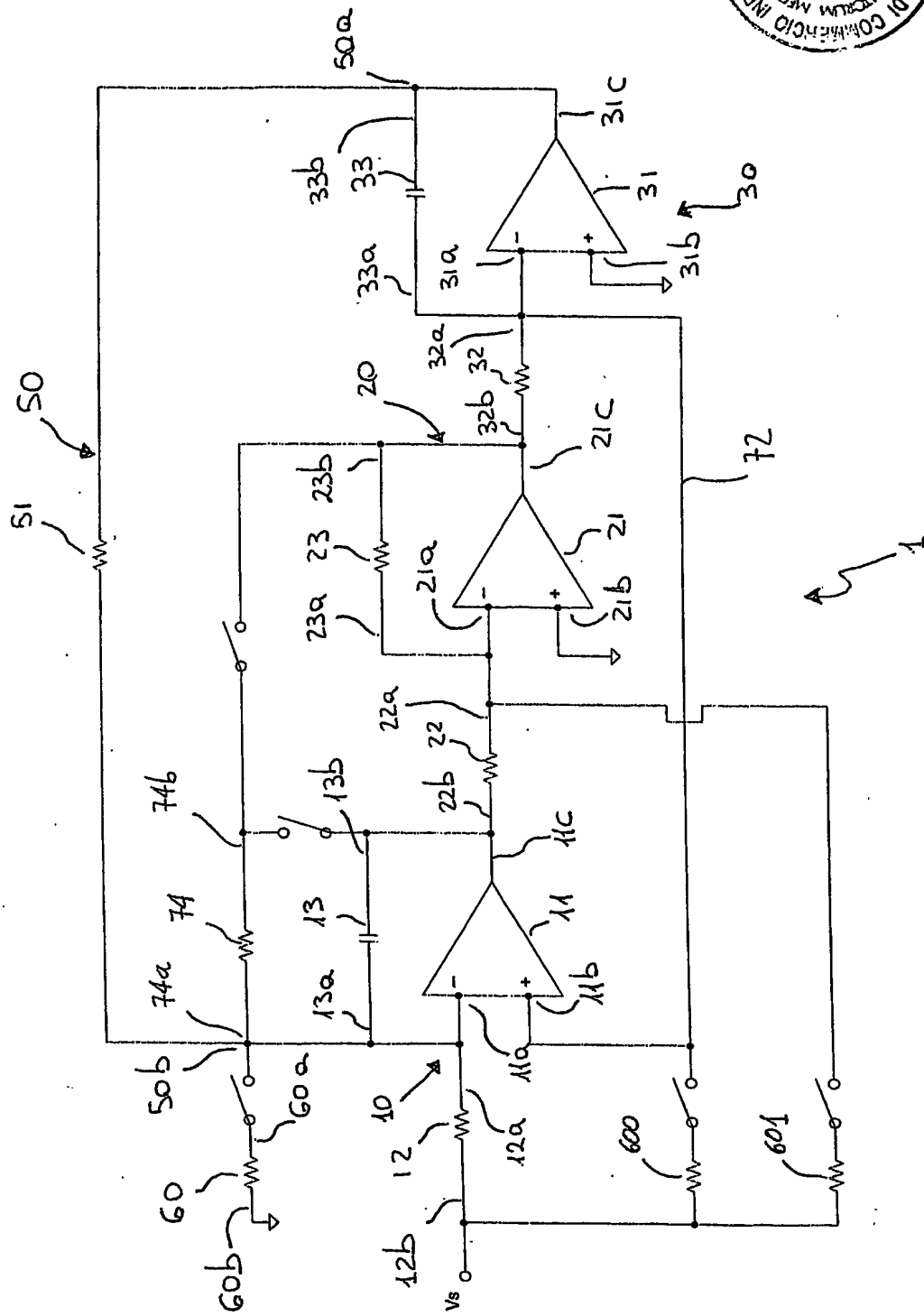


FIG. 2



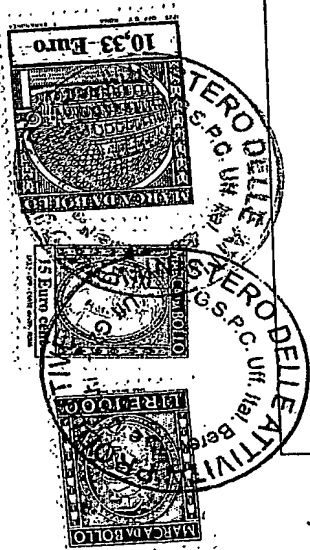
20034001566



IL MANDATARIO

Ing. Giampaolo PONZELANI  
Isritto all'Albo con il n. 301/80

FIG. 3



NO 0340015616



IL MANDATARIO  
 sig. GIAMMARCO PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 90761

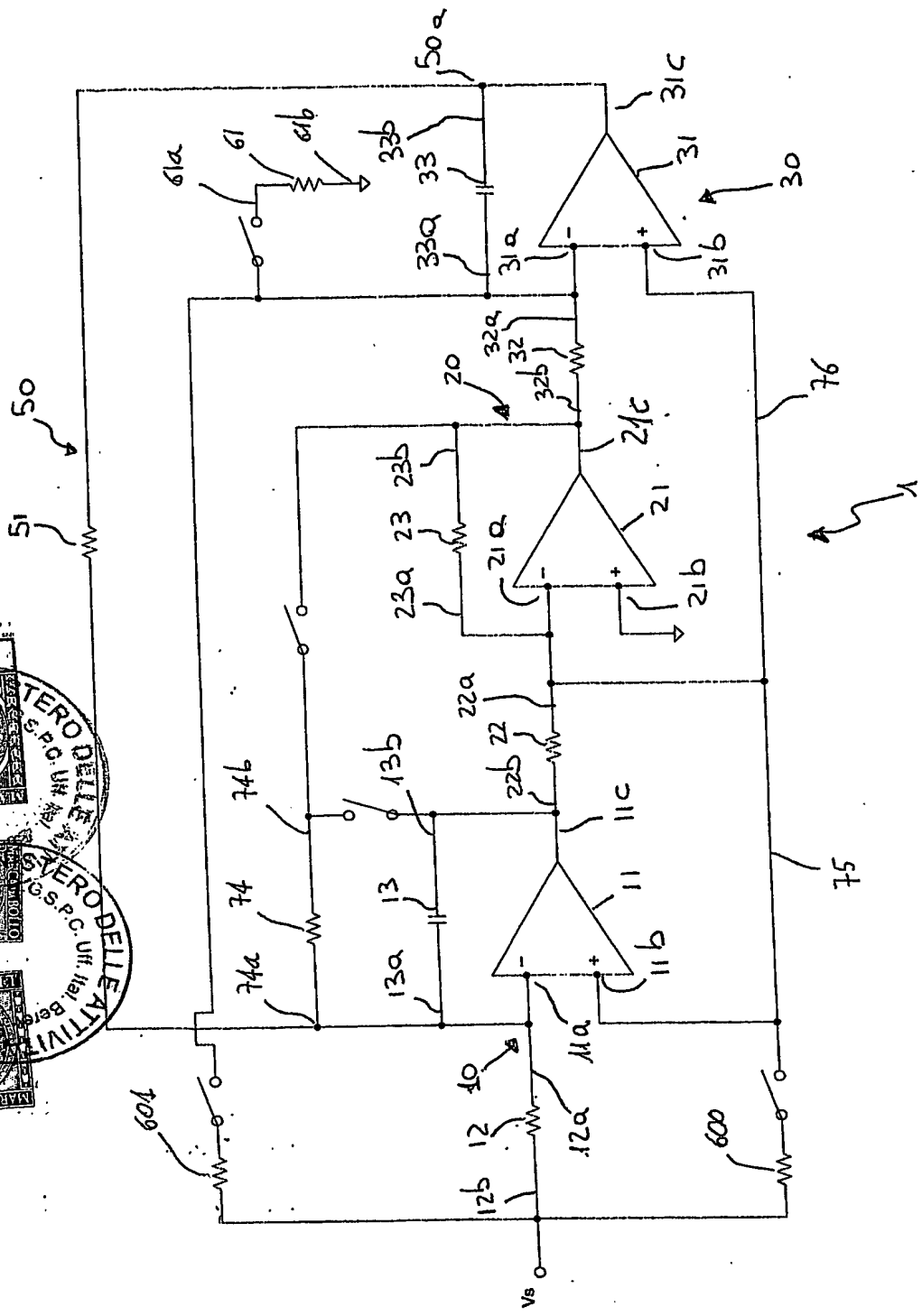


FIG. 4

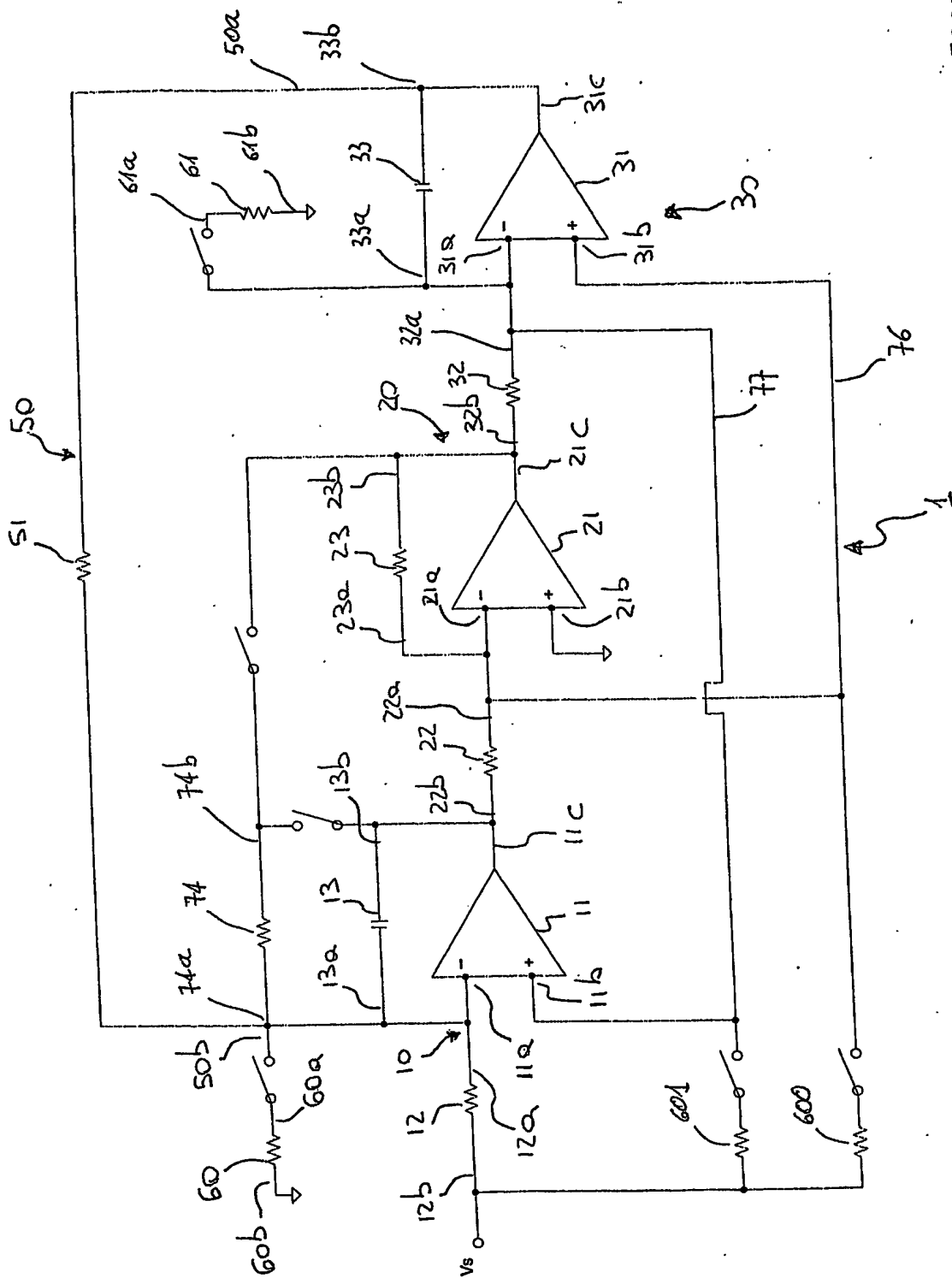


FIG 5

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 8991 654

2003A00156.6



IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 901 BN

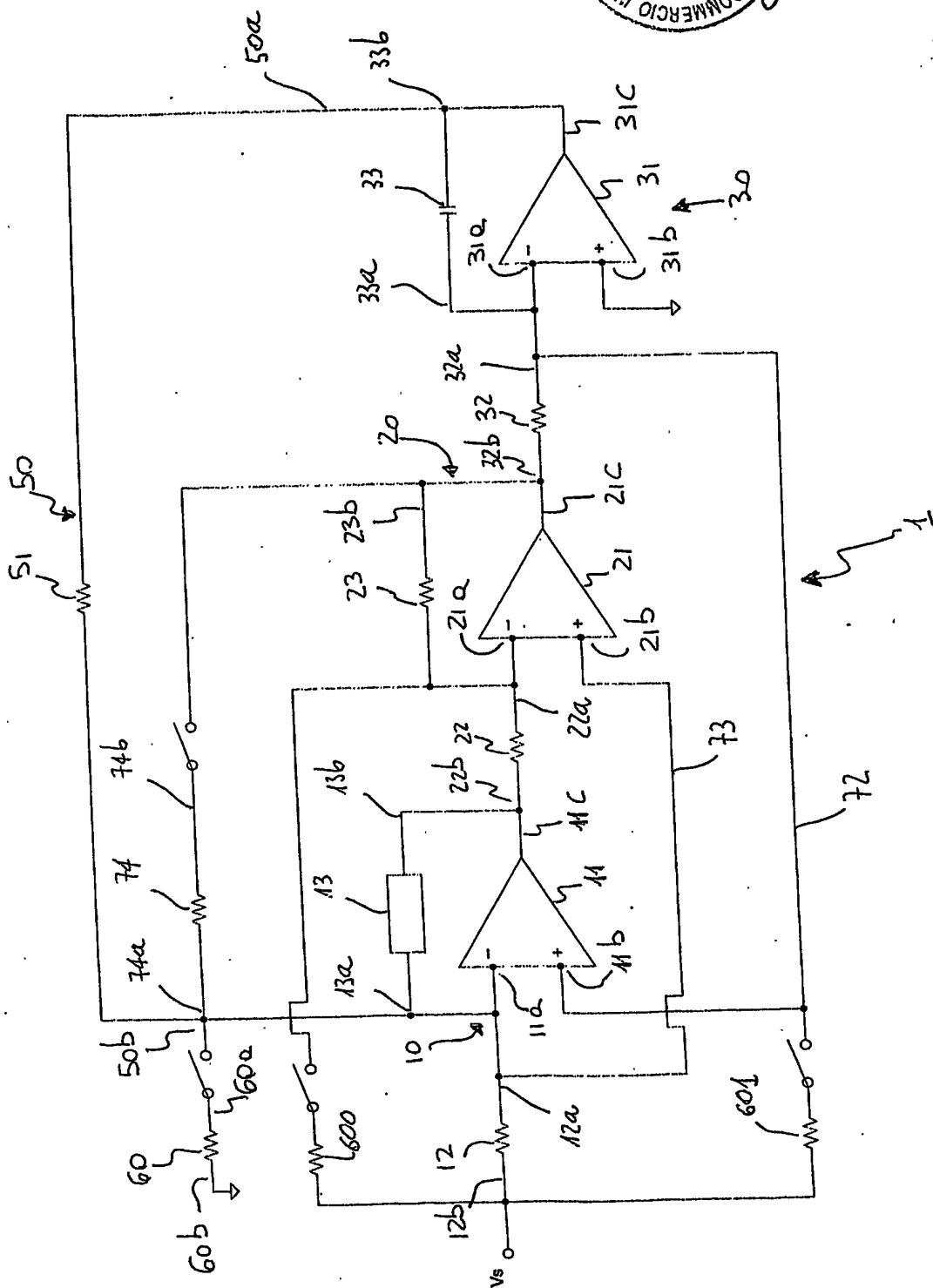


FIG. 6

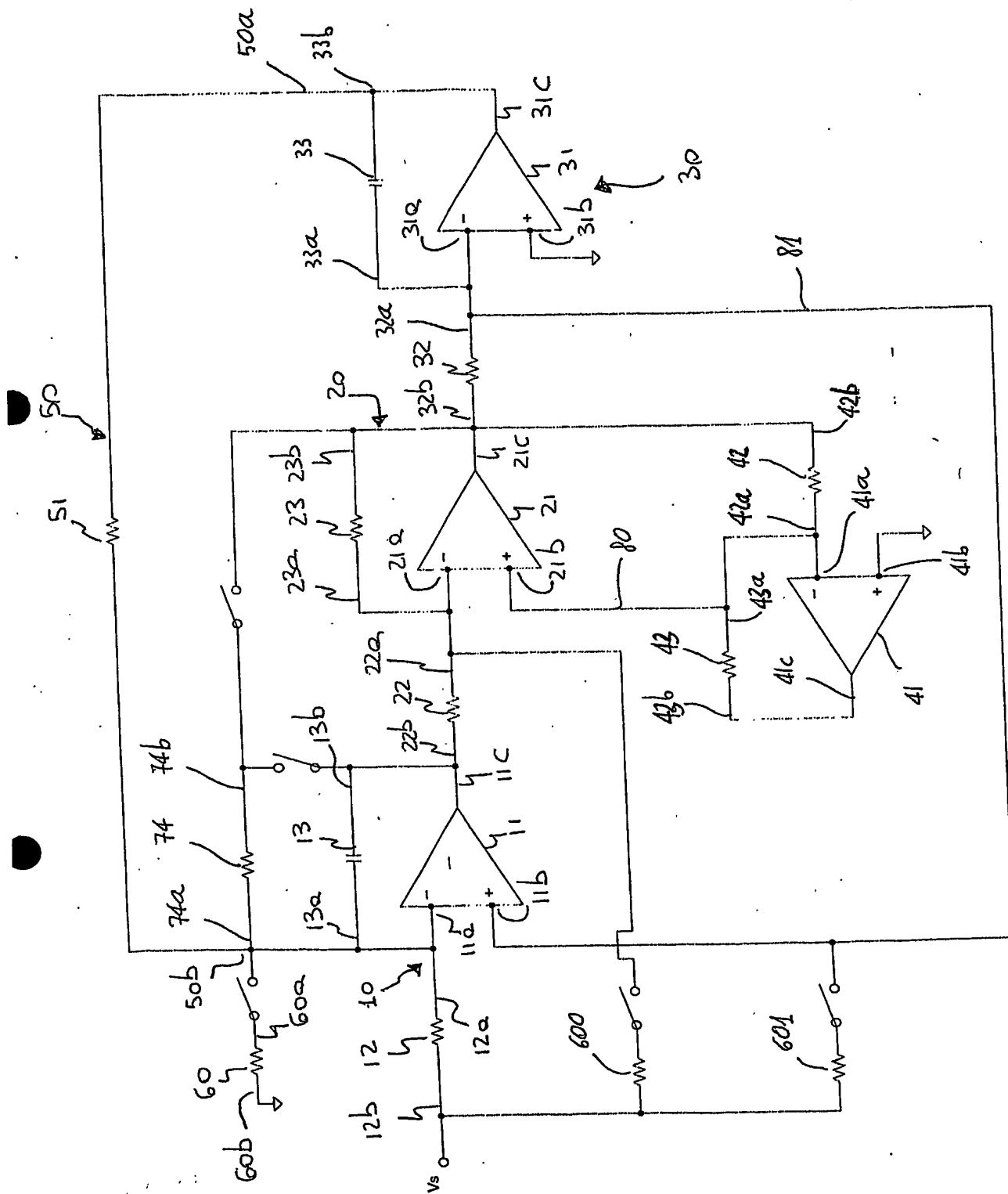


FIG 7

IL MANDATAF  
Ing. Giacomino PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 2041 BM

*[Handwritten signature]*



2003A001506

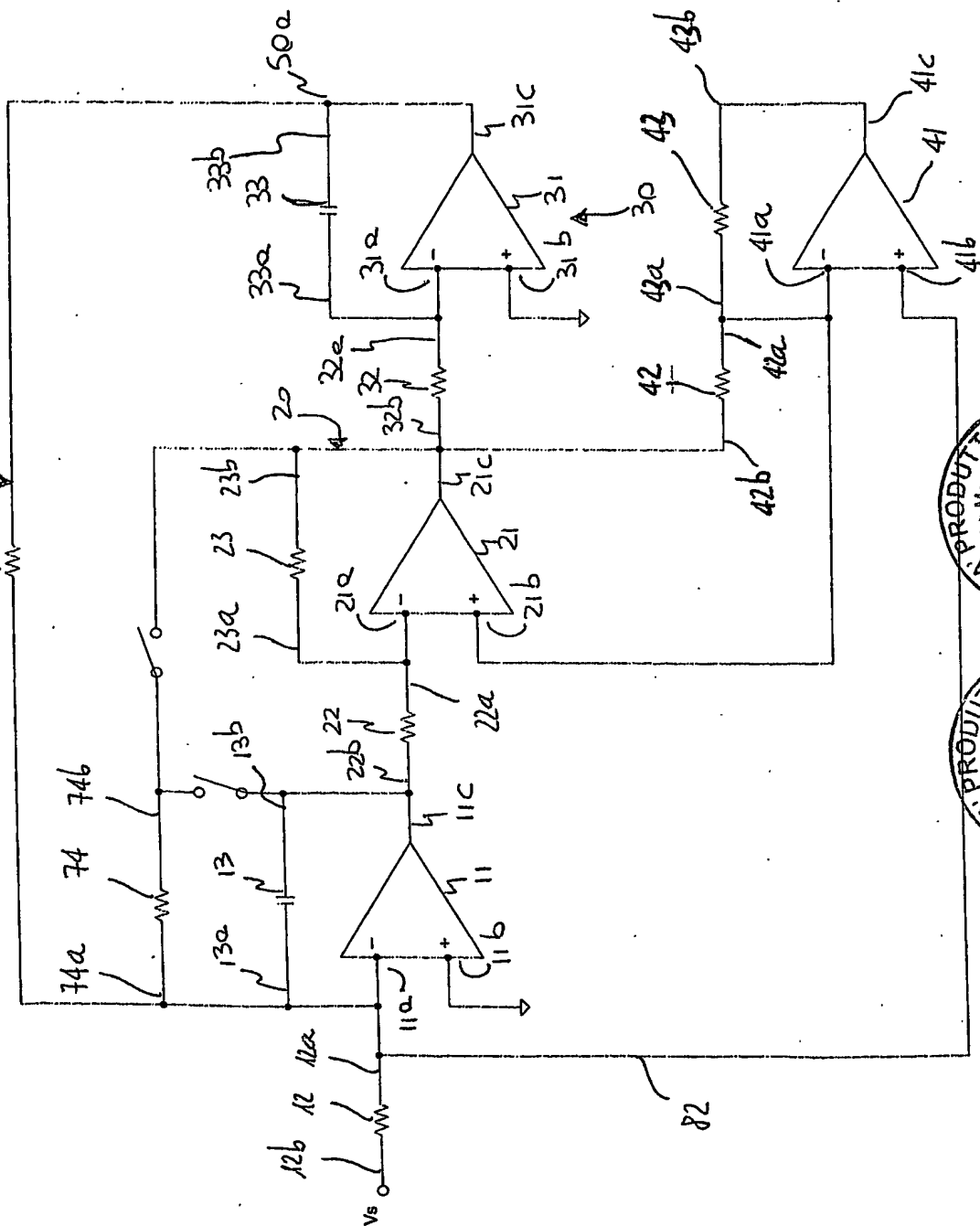


FIG 8

100000015000



IL MANDATARIC  
Ving. Fiammarco PIGNAZZI  
iscritto all'Albo con il n. 887 B/II

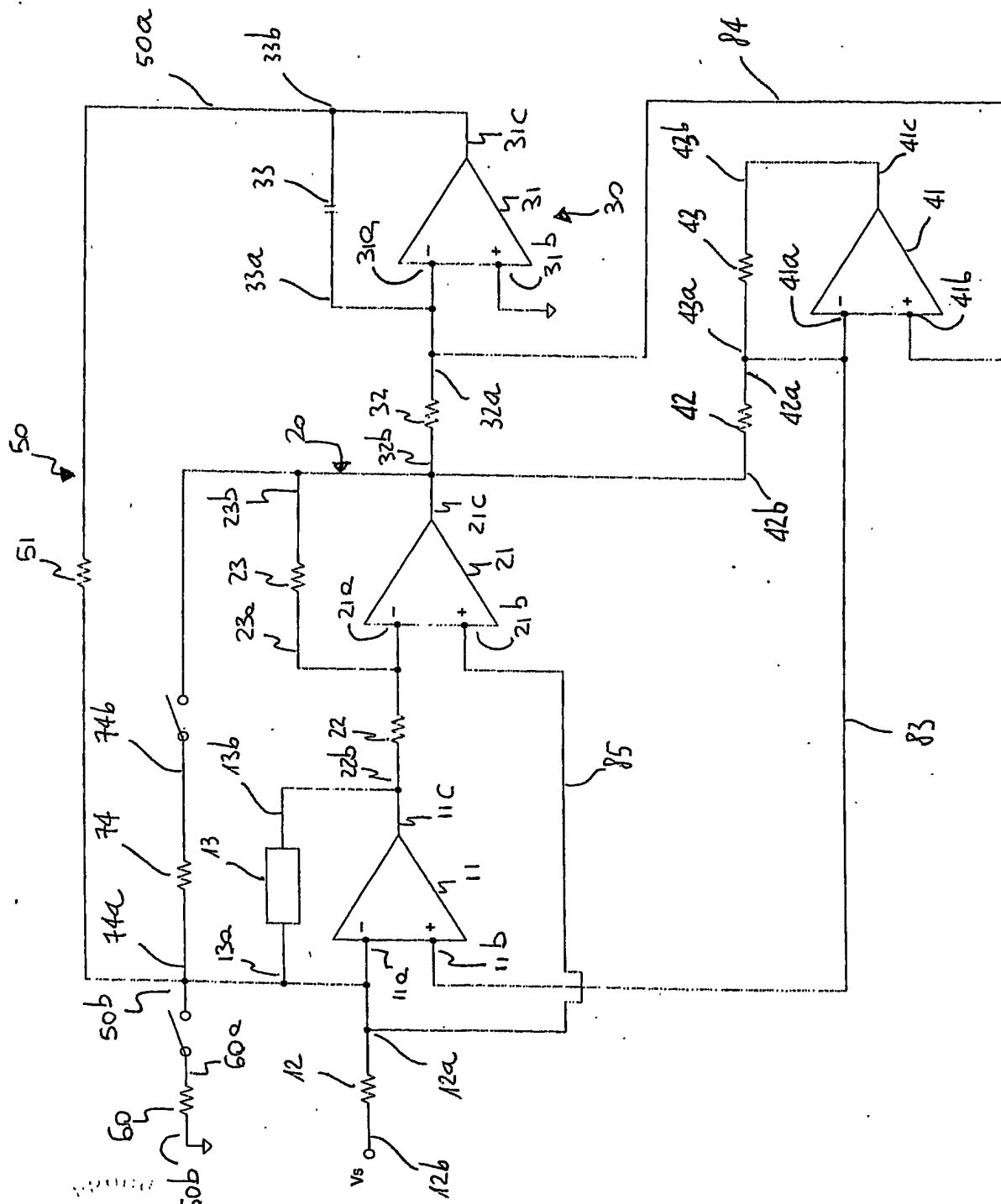


FIG. 9

IL MANDATARIO  
 Ing. Giancarlo PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 804 BML







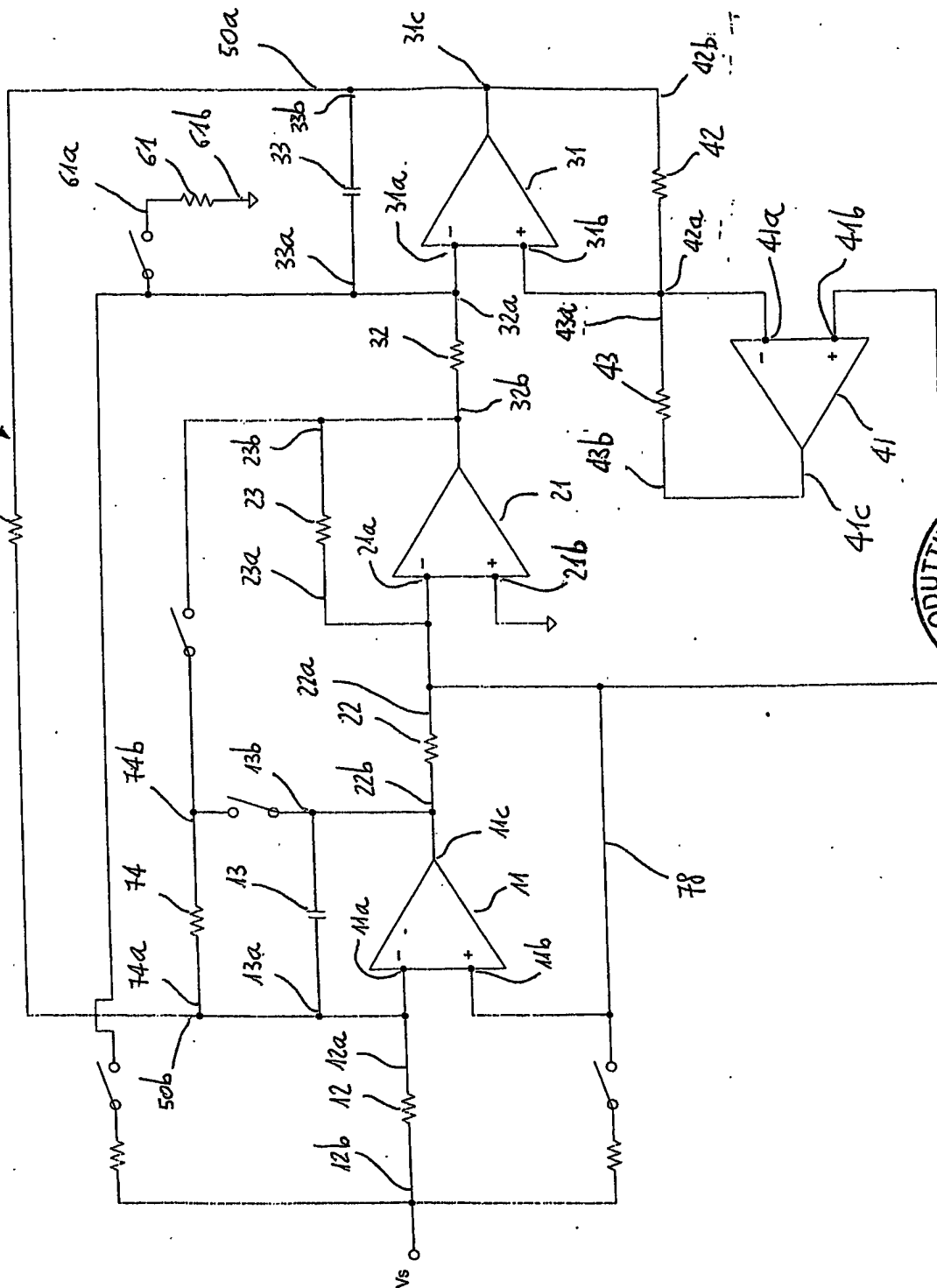


FIG. 12



IL MANDATARIO  
Ing. GIAMMATCO PONZELLINI  
Espresso all'Albo con il n. 991-BMI

REC 3A0015616

# IL MANDATARIO

Ing. Gianmarco PONZELLINI

Isritto all'Albo con il n. 901/BM

*Ponzelli*

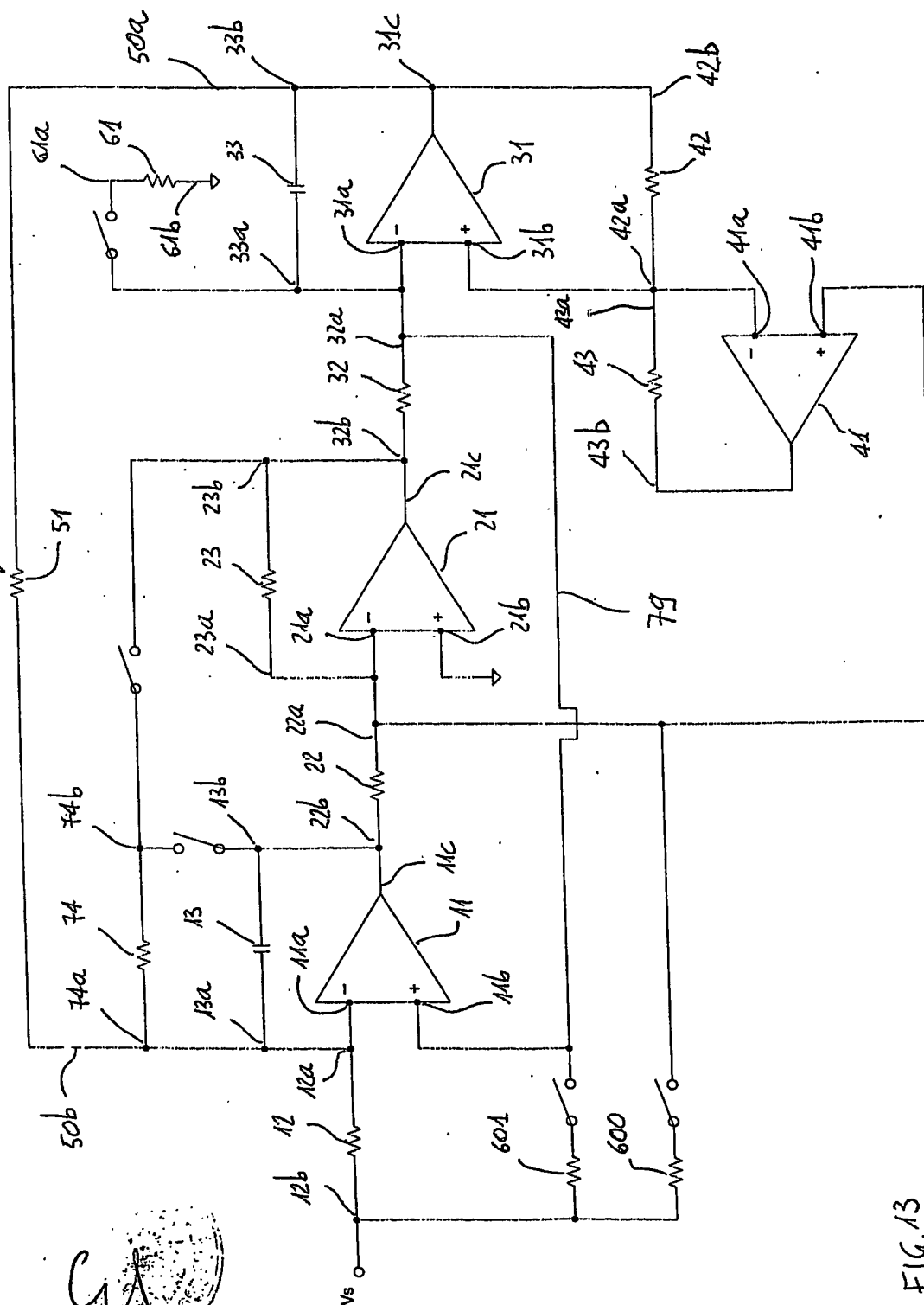


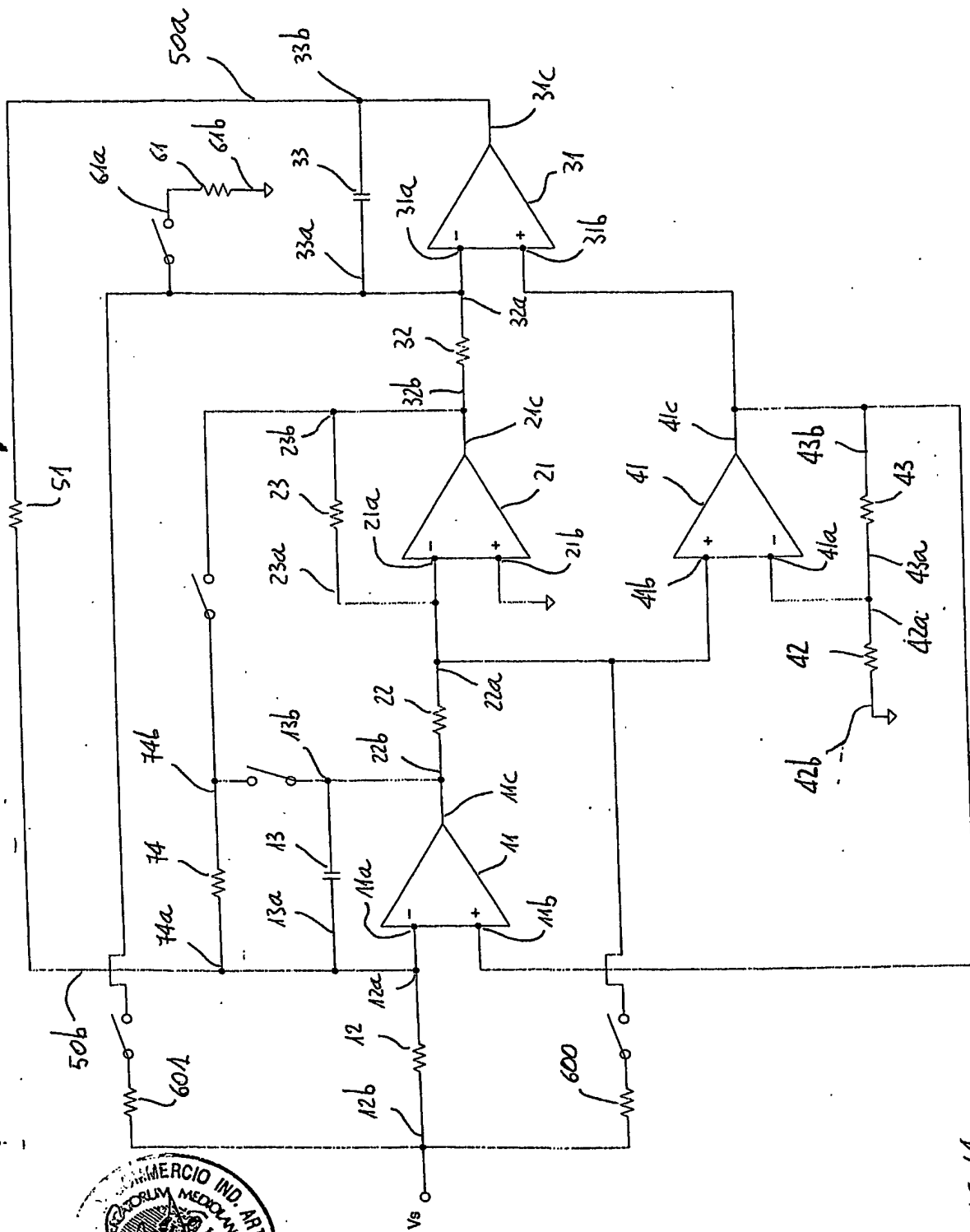
FIG. 13

20034001581F



2003A001566

FIG. 14



IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Scritto all'Abbo con il n. 991 PMI  
*Handwritten signature*

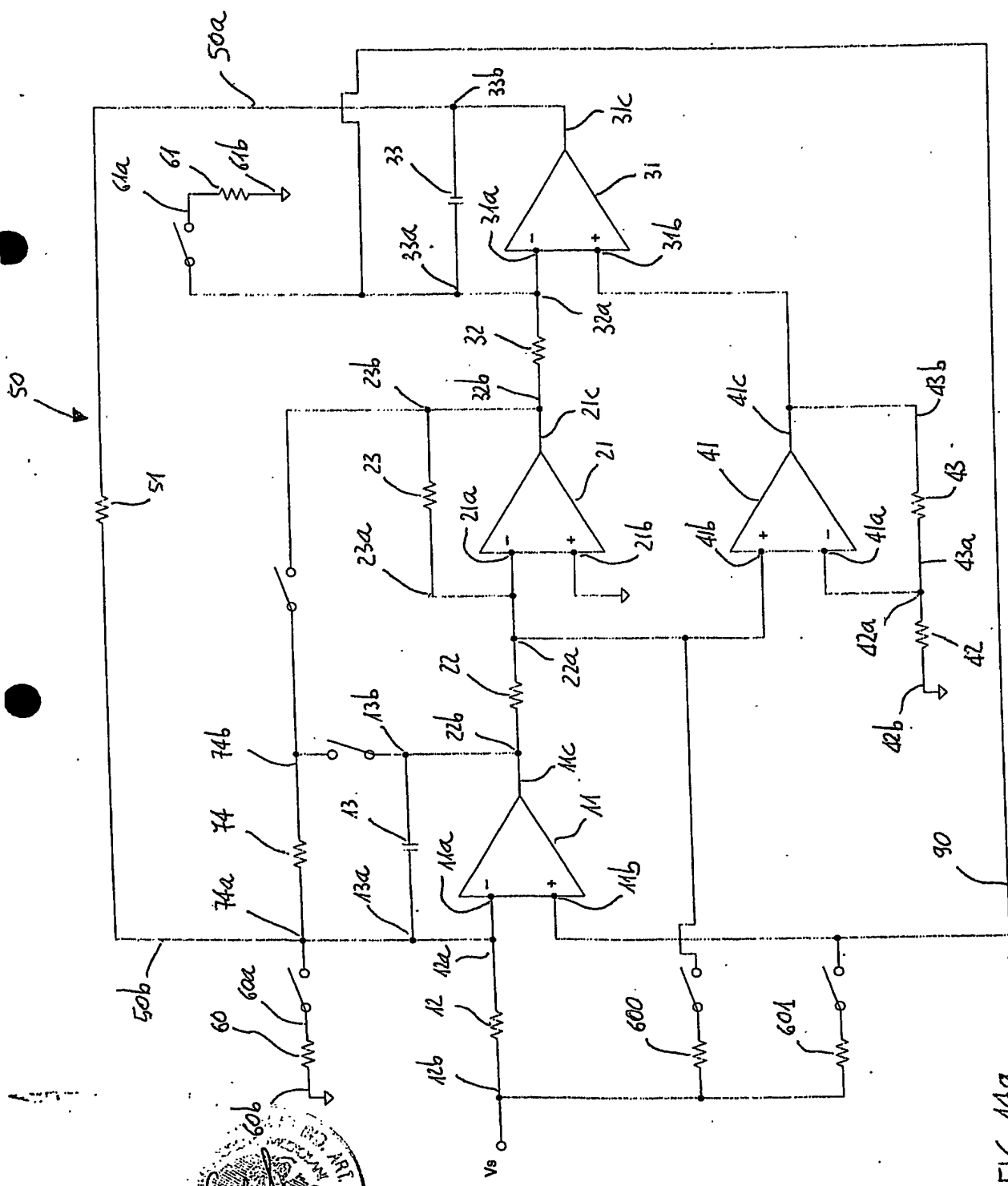


FIG 14a

IL MANDATARIC  
Ing. Giancarlo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 9078/M

*Ponzellini*

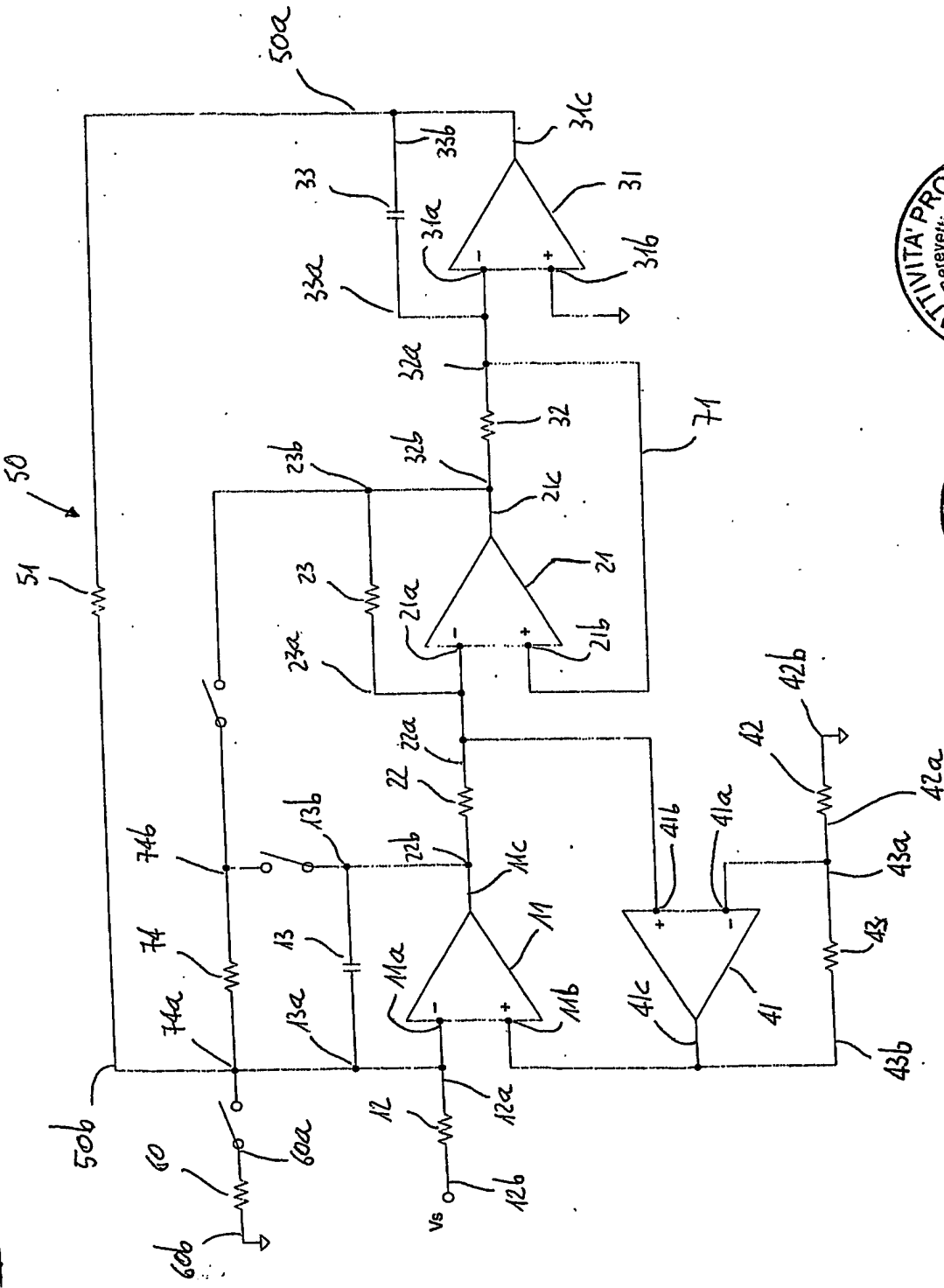


FIG. 15

2003A00156.6

IL MANDATARIO  
Ing. Giancarlo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 991 BVI

FIG.15a

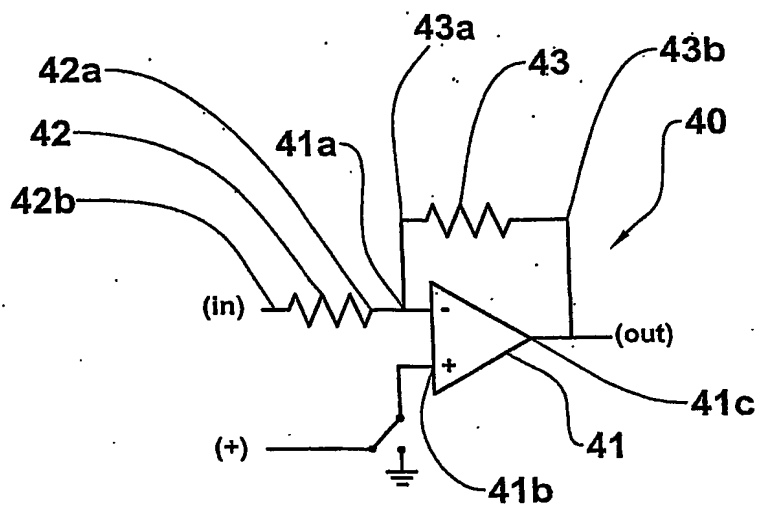
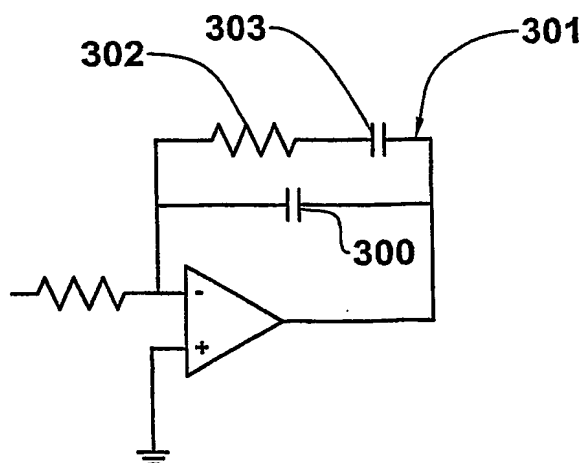


FIG.73



*Handwritten signature and stamp.*

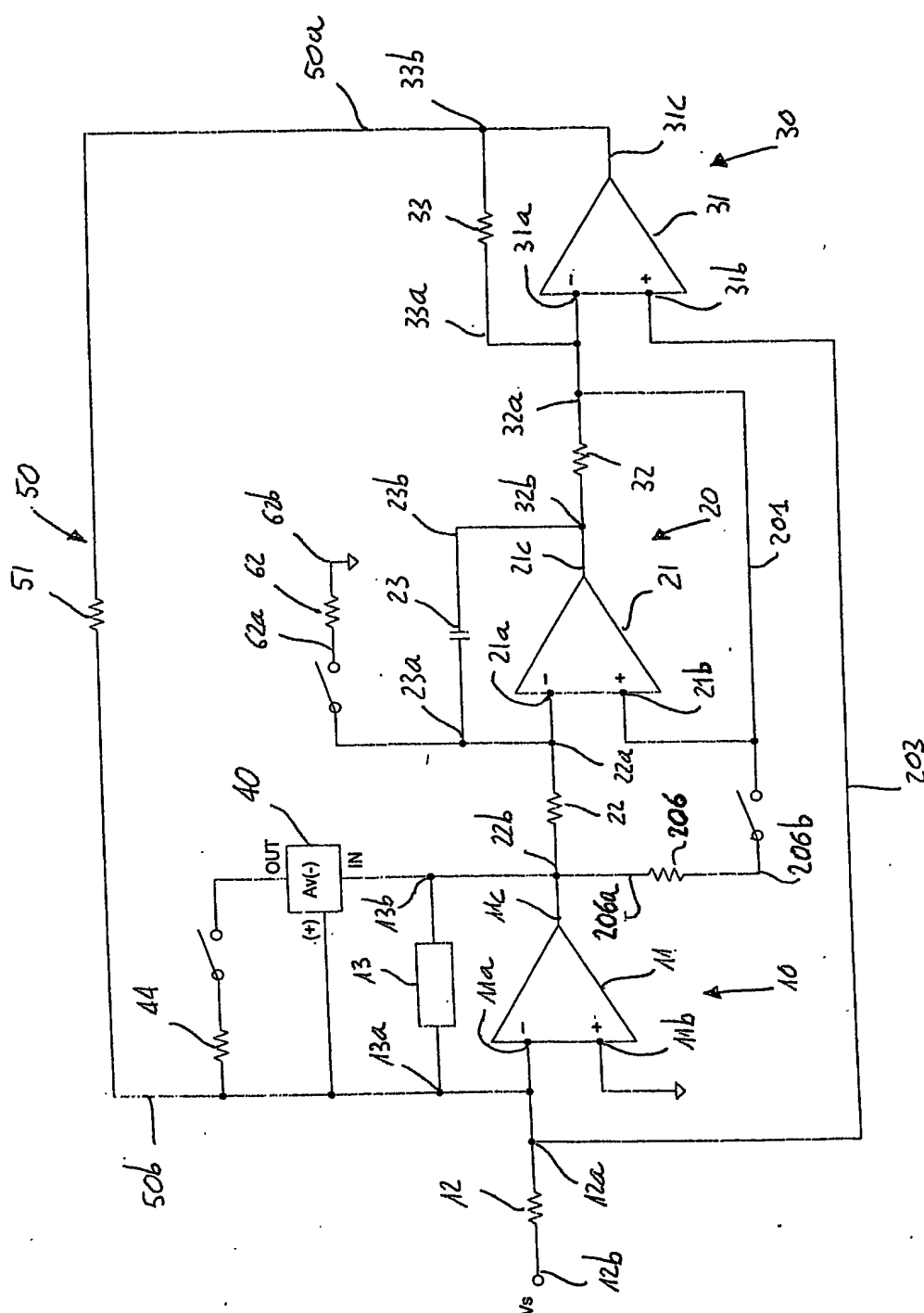
2003A00156.6

IL MANDATARIO

Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 9018M

*Handwritten signature of Gianmarco Ponzellini.*





200340015616



IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 8994 BMI

FIG. 16

Arg. Gianmarco PONZELLINI  
scritto all'Albo con il n. 8048M



221 26 3 3 4 0 0 1 5 6 6

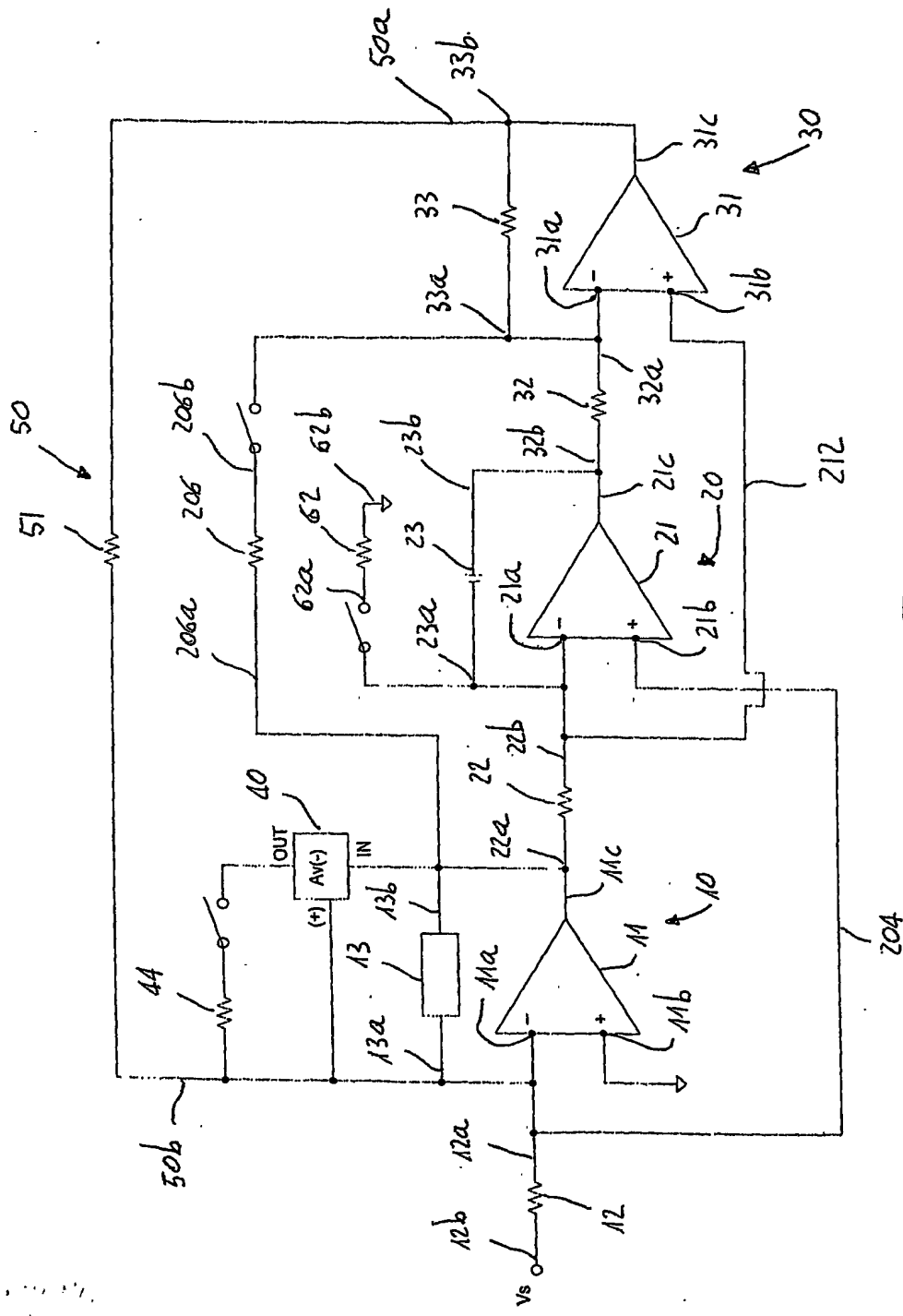
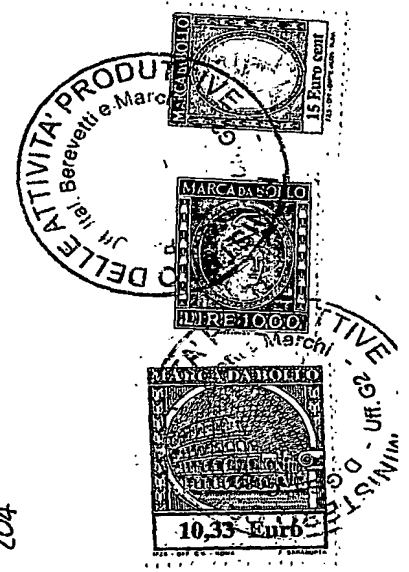


FIG. 18

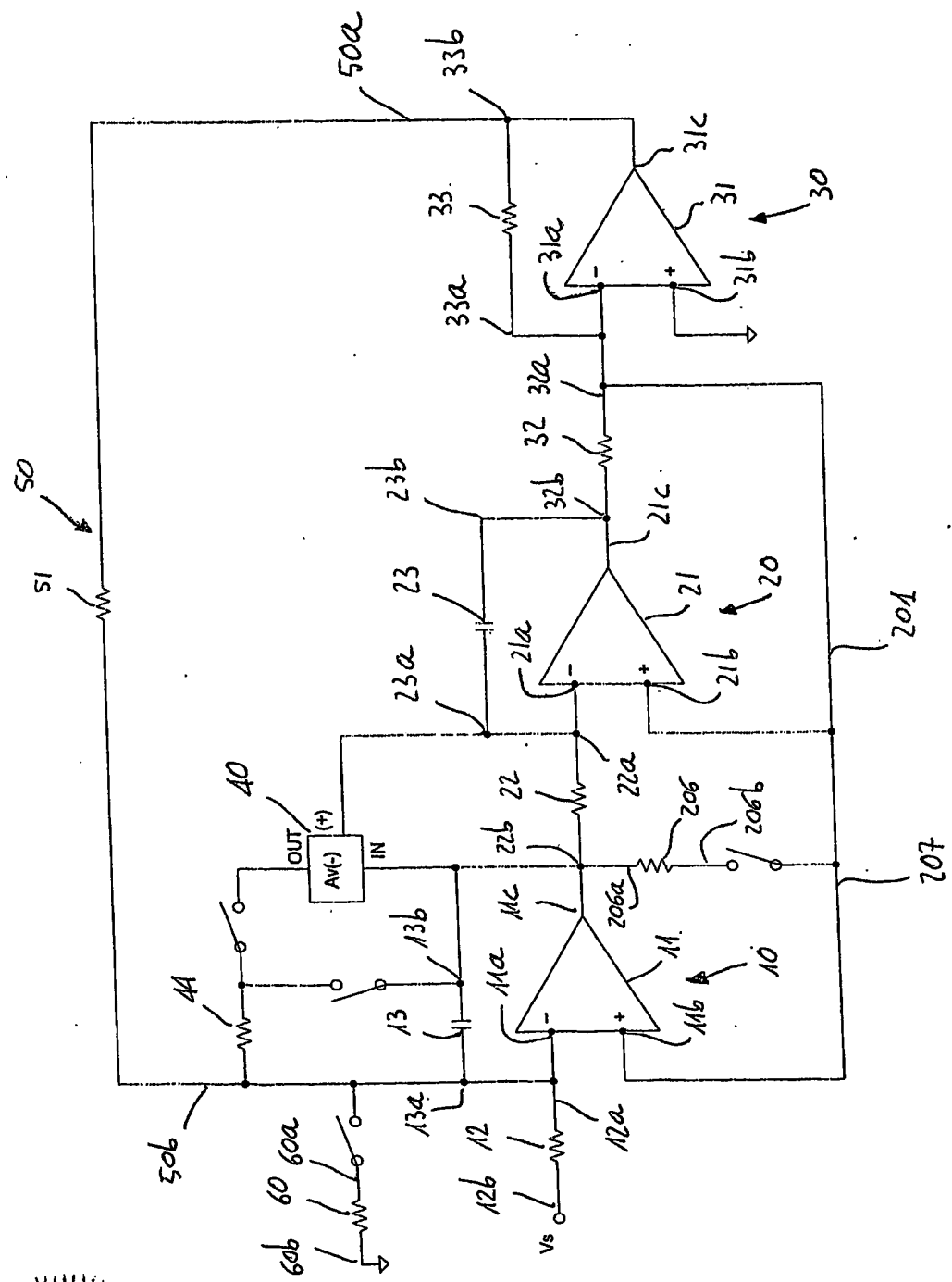
IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 941 BM



5616

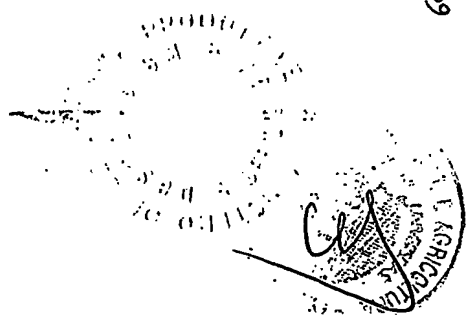
IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 8018 MI

*Ponzellini*



2003A00156.6

FIG. 19



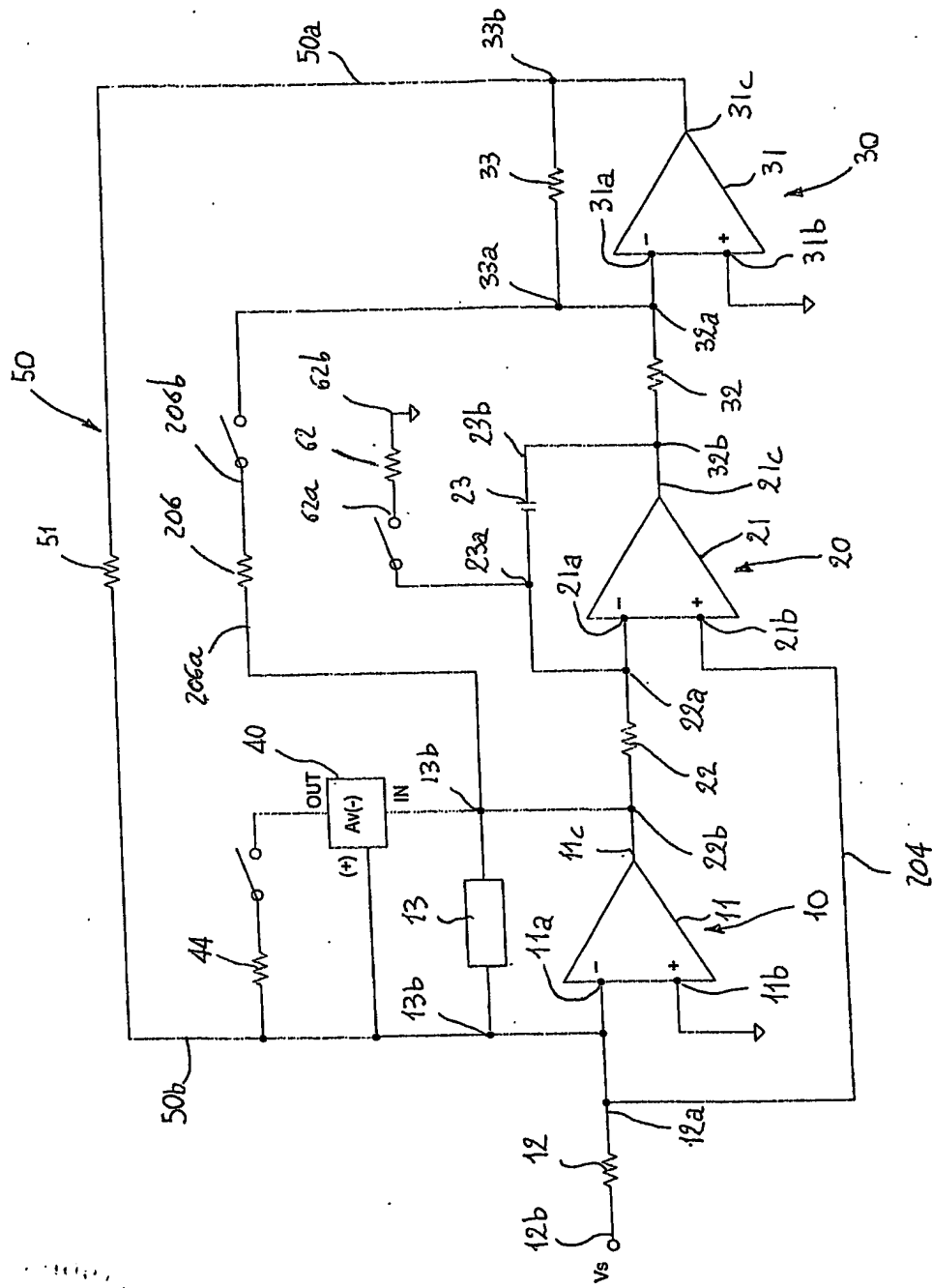


FIG. 20

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con n. 201 BMI

*[Handwritten signature]*

2003A00156.6

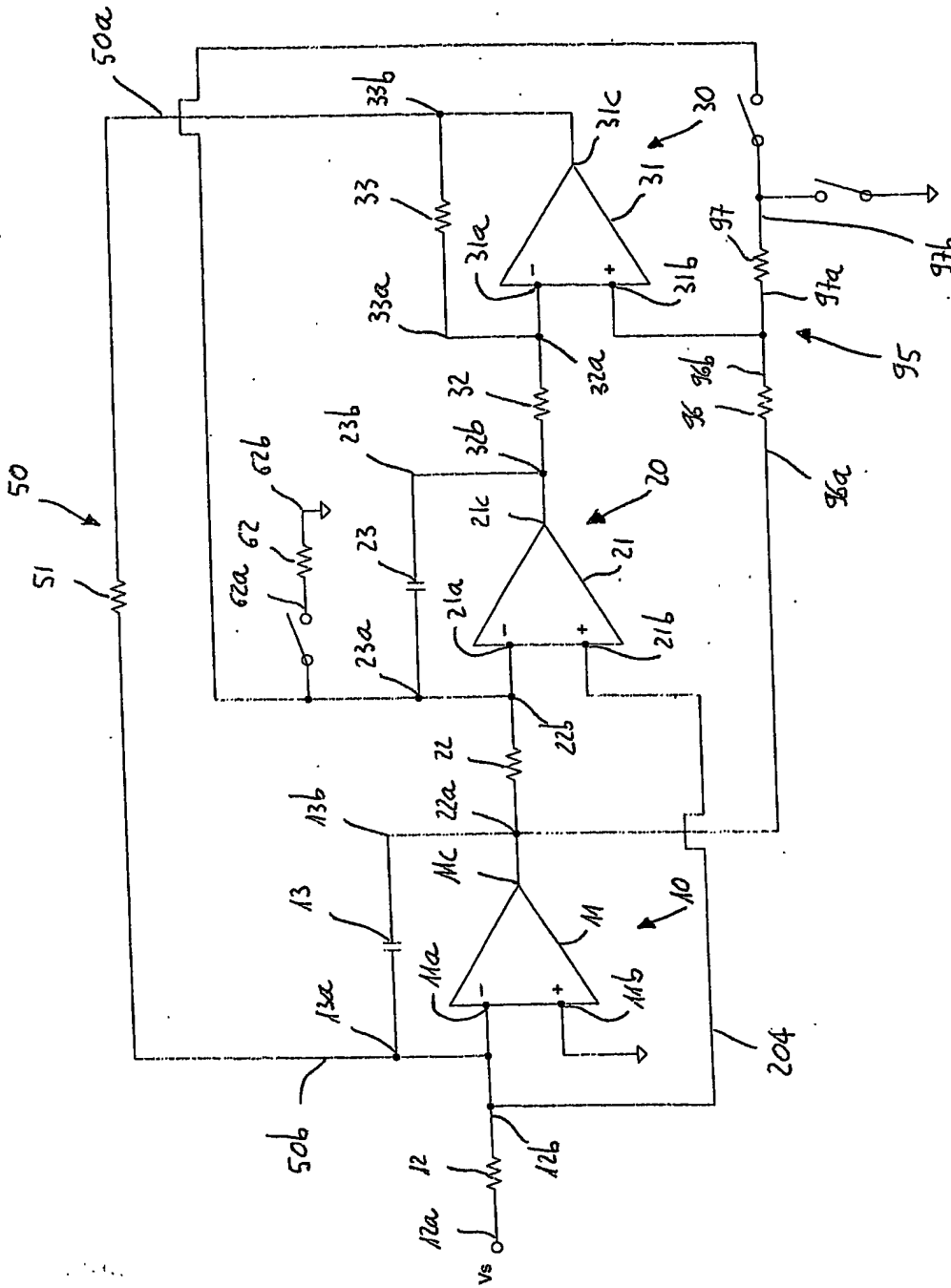


FIG. 21

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 801 BM

20037001565

IL MANDATAP<sup>®</sup>  
 Ing. Giampaolo PONZELLI<sup>®</sup>  
 iscritto all'Albo con il n. 909/AM

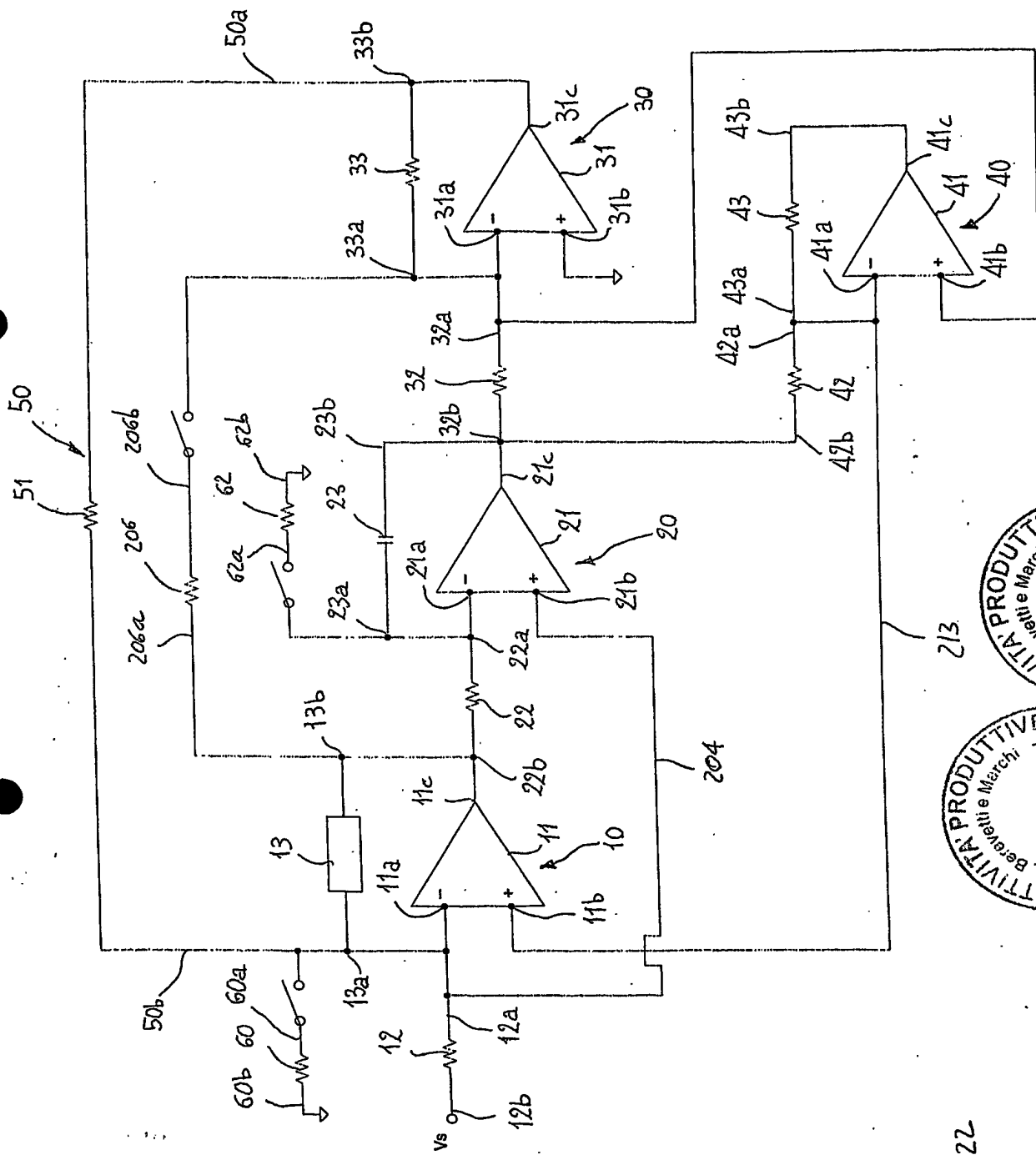
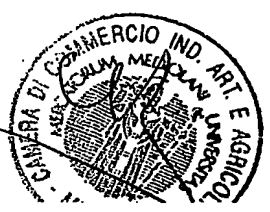


FIG. 22



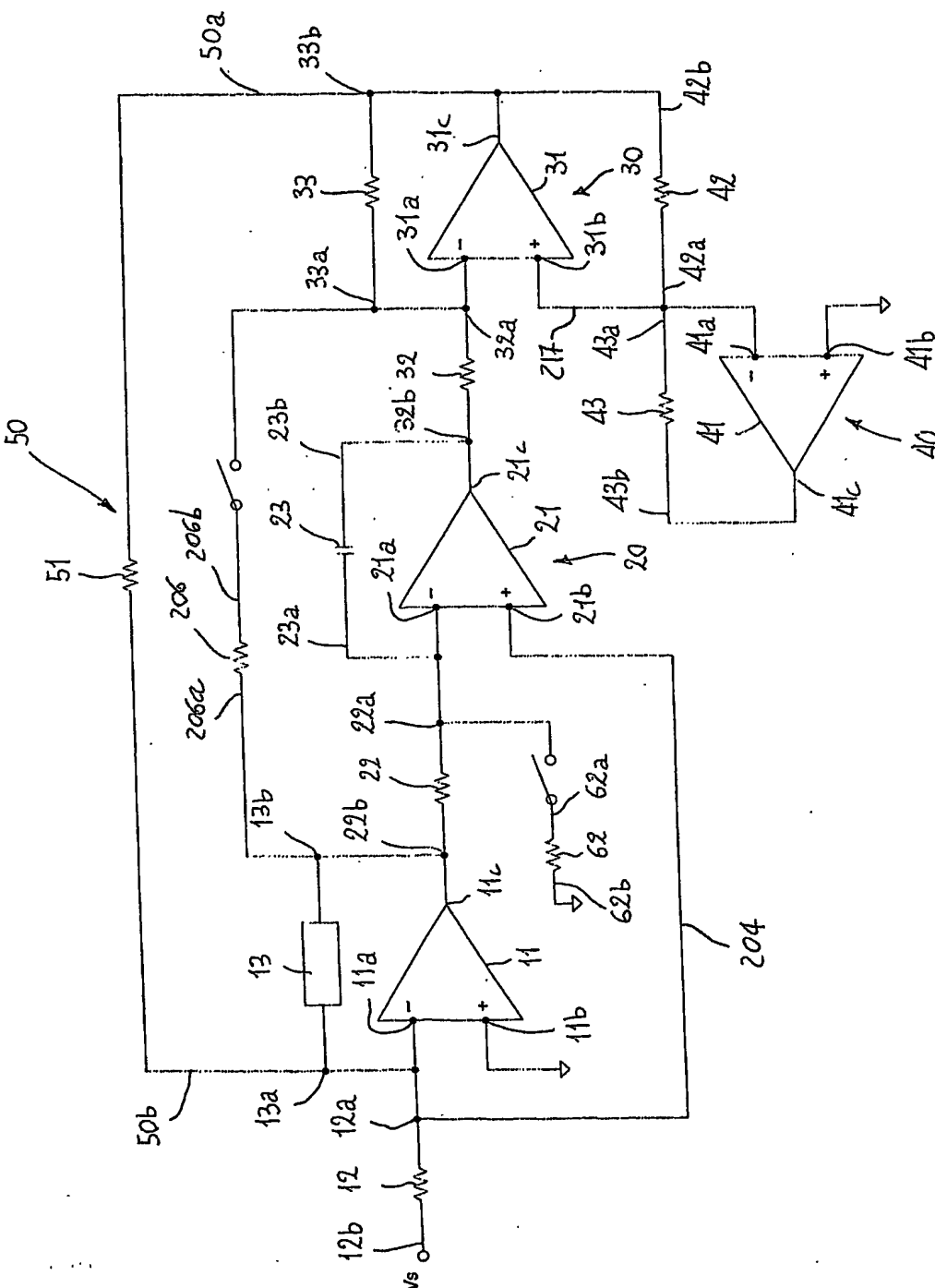
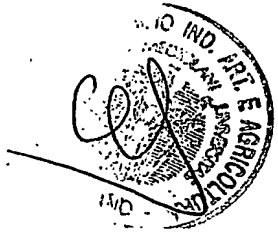


FIG. 23

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 801 BNL

2003A001566





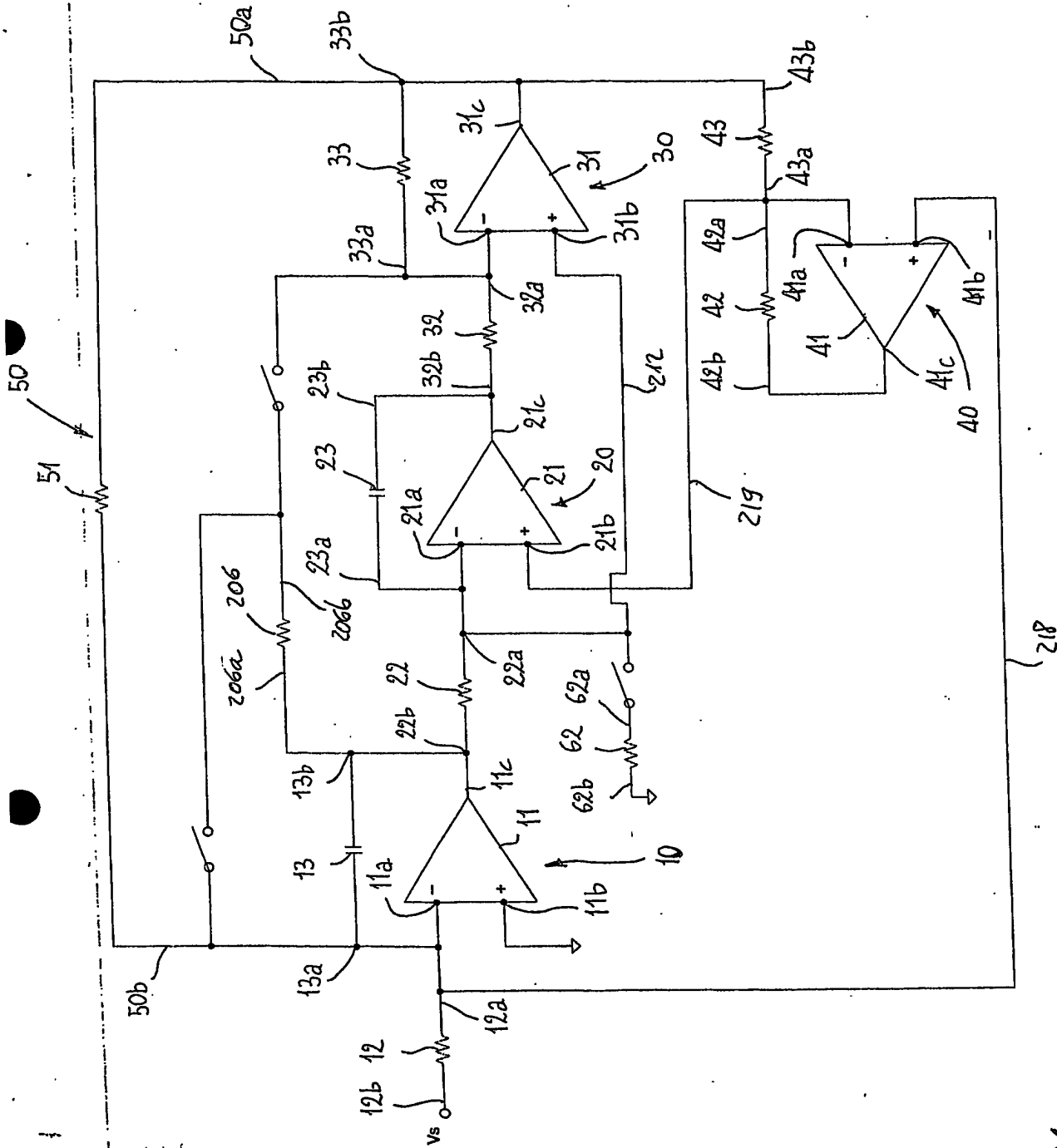


FIG. 24

IL MANDATARIO  
 Ing. Giancarlo PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 981/AM

*Ponzellini*

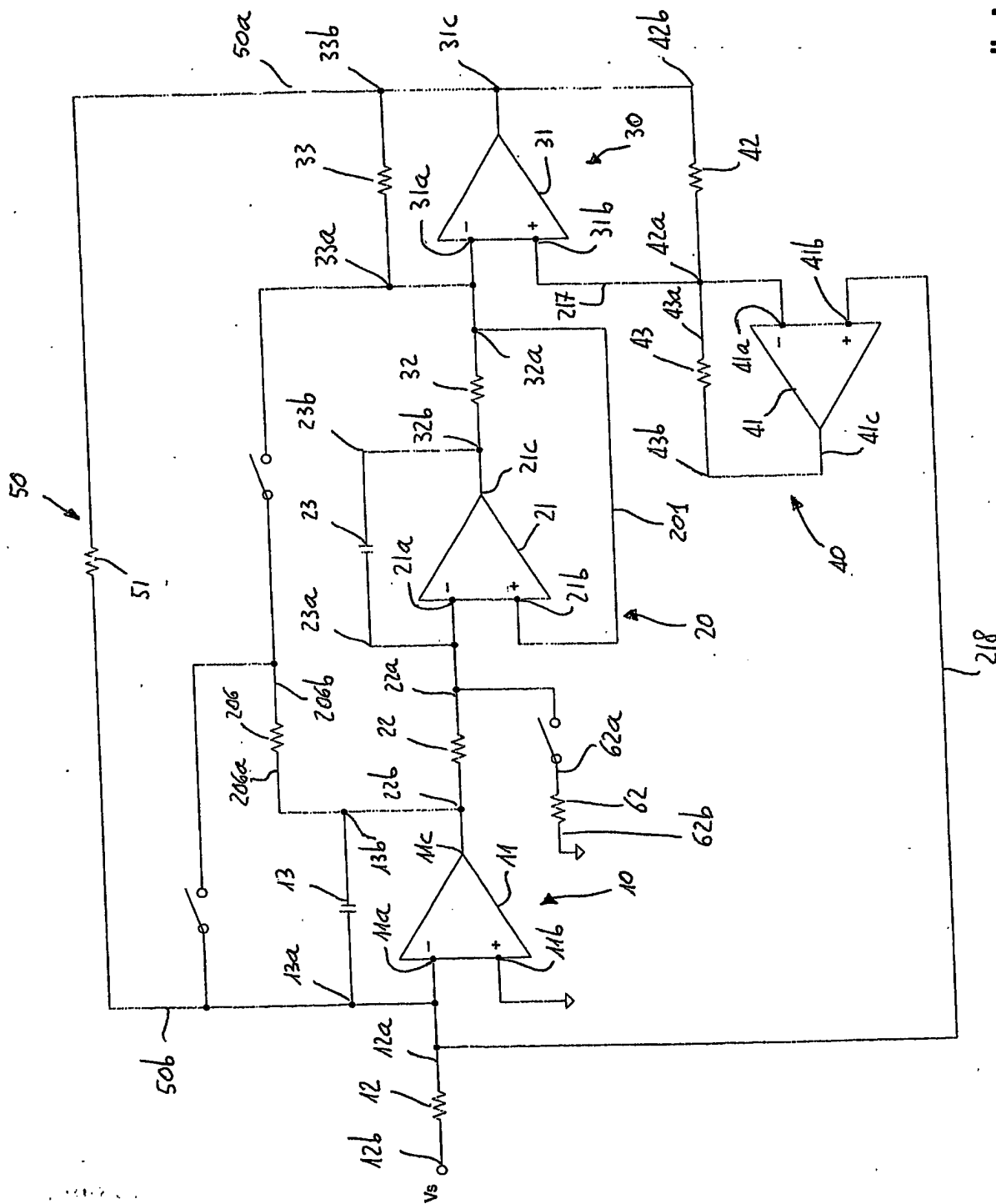
2003/00156.6

IL MANDATARIO

Ing. Giancarlo PONZELLINI  
Istituito all'Abbo con il n. 9091 BMA

*Ponzellini*

FIG. 25



1003A001561F

50

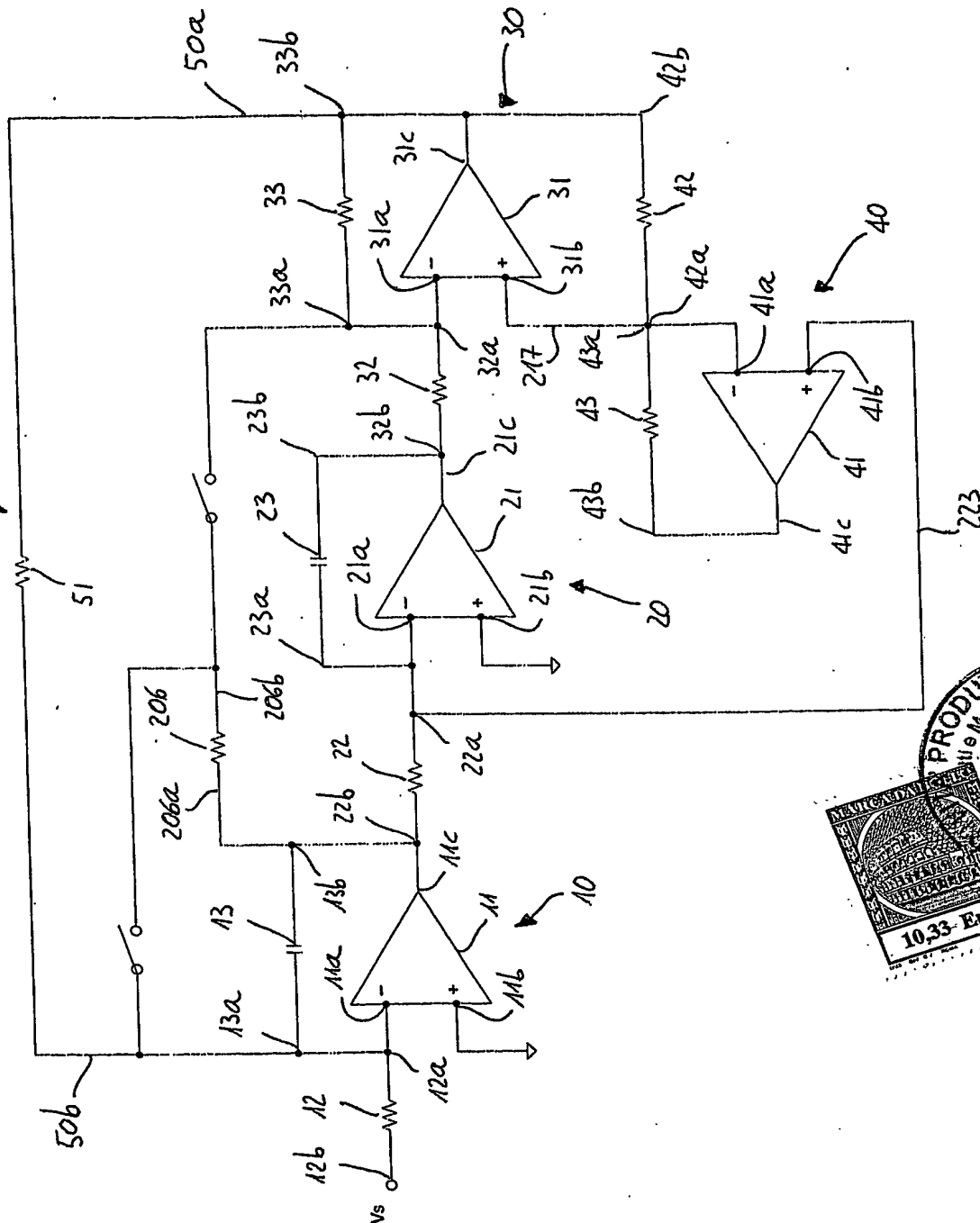
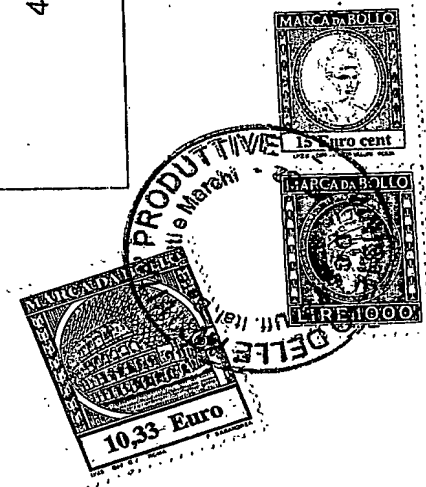
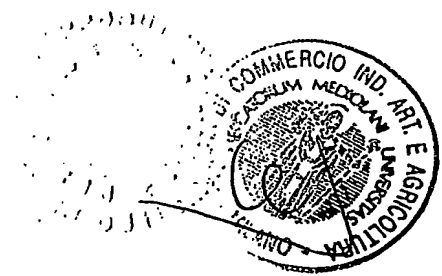


FIG. 26

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 9991 BM



2003A001566



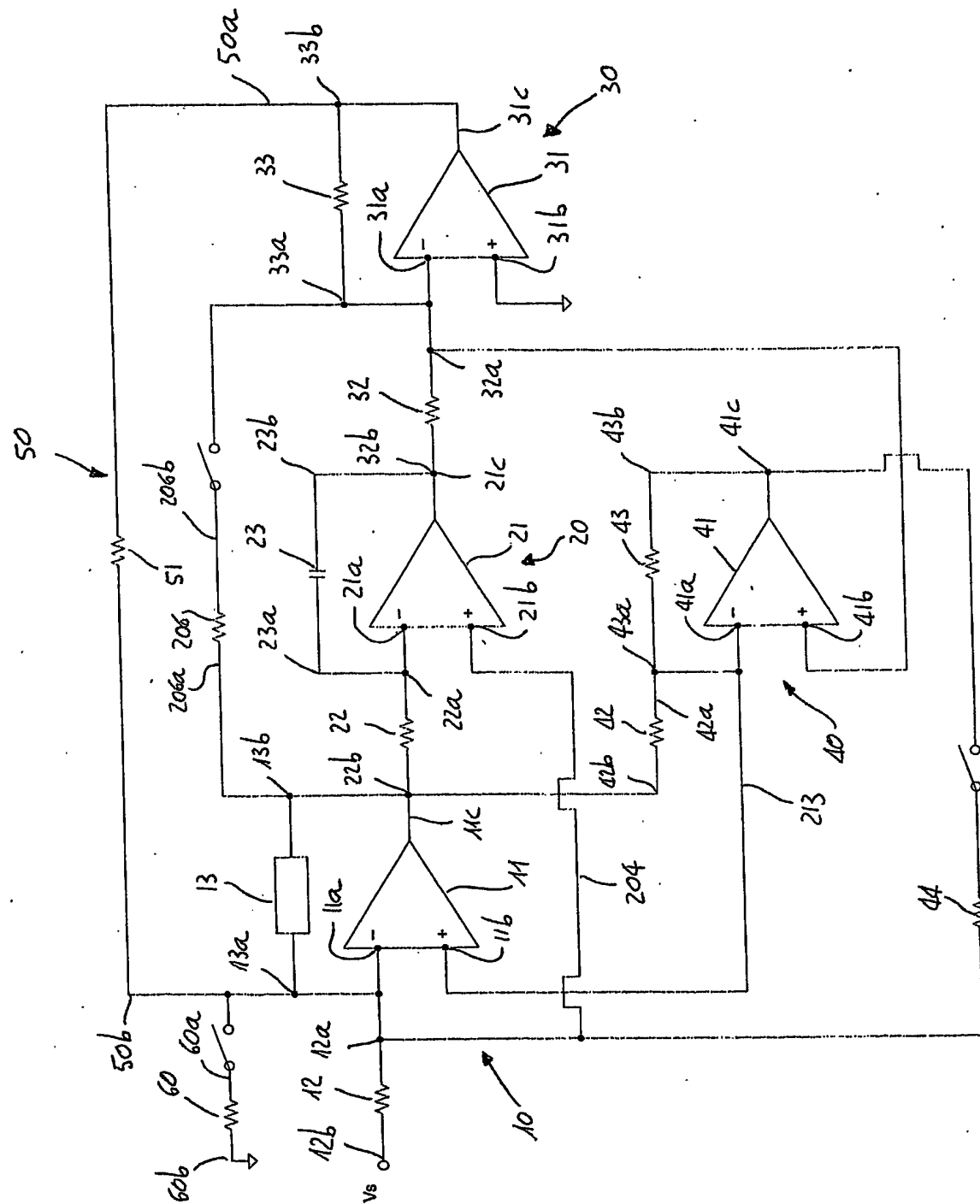


FIG. 27

IL MANDATARIO  
Ing. Gianfranco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 901 BM

*Ponzellini*

2003A001566



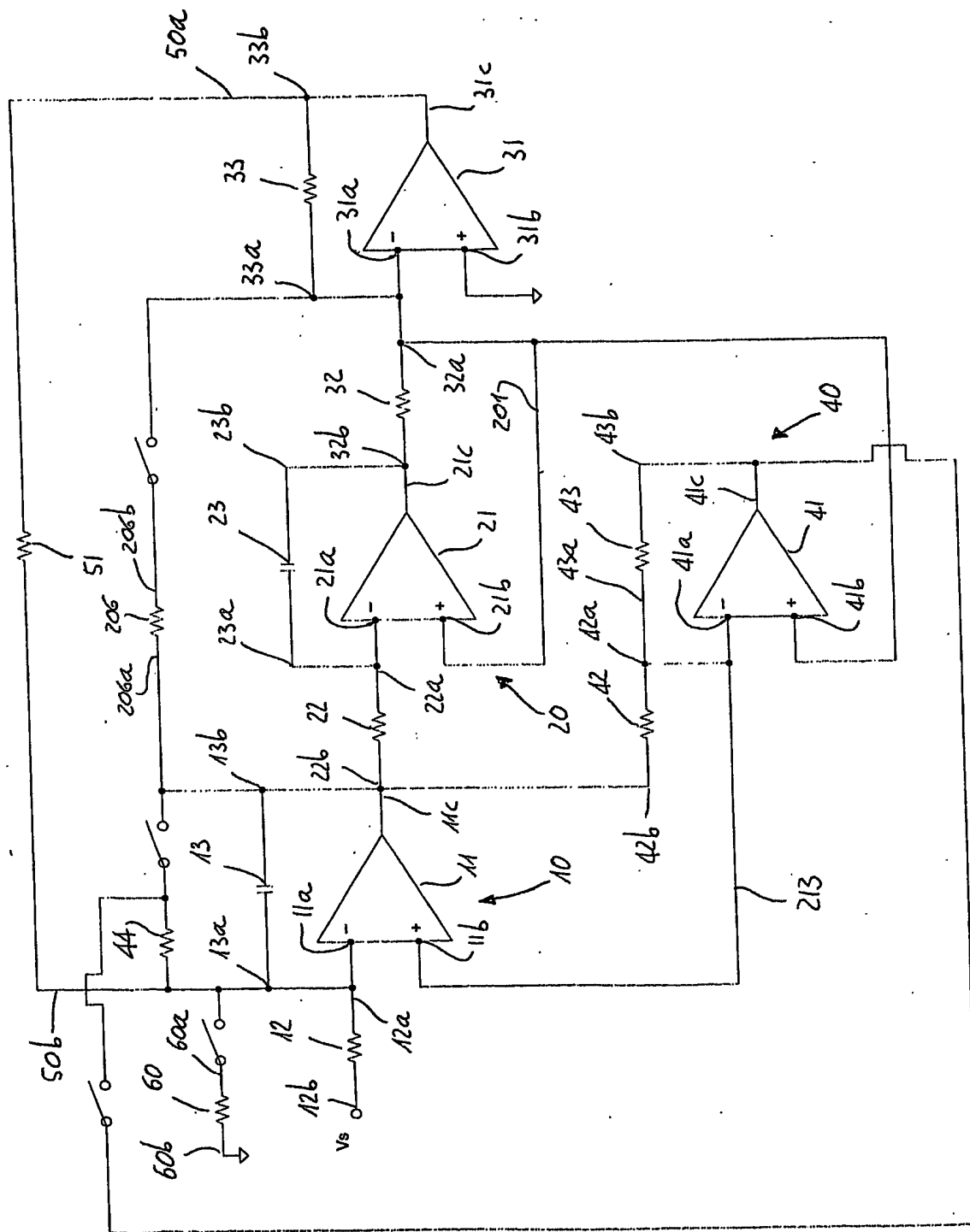


FIG. 28

IL MANDATARIO  
 Ing. Gianmarco PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 991 BM

2003/01/15/61

IL MANDATARIO  
 Ing. Giancarlo PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 900 BM

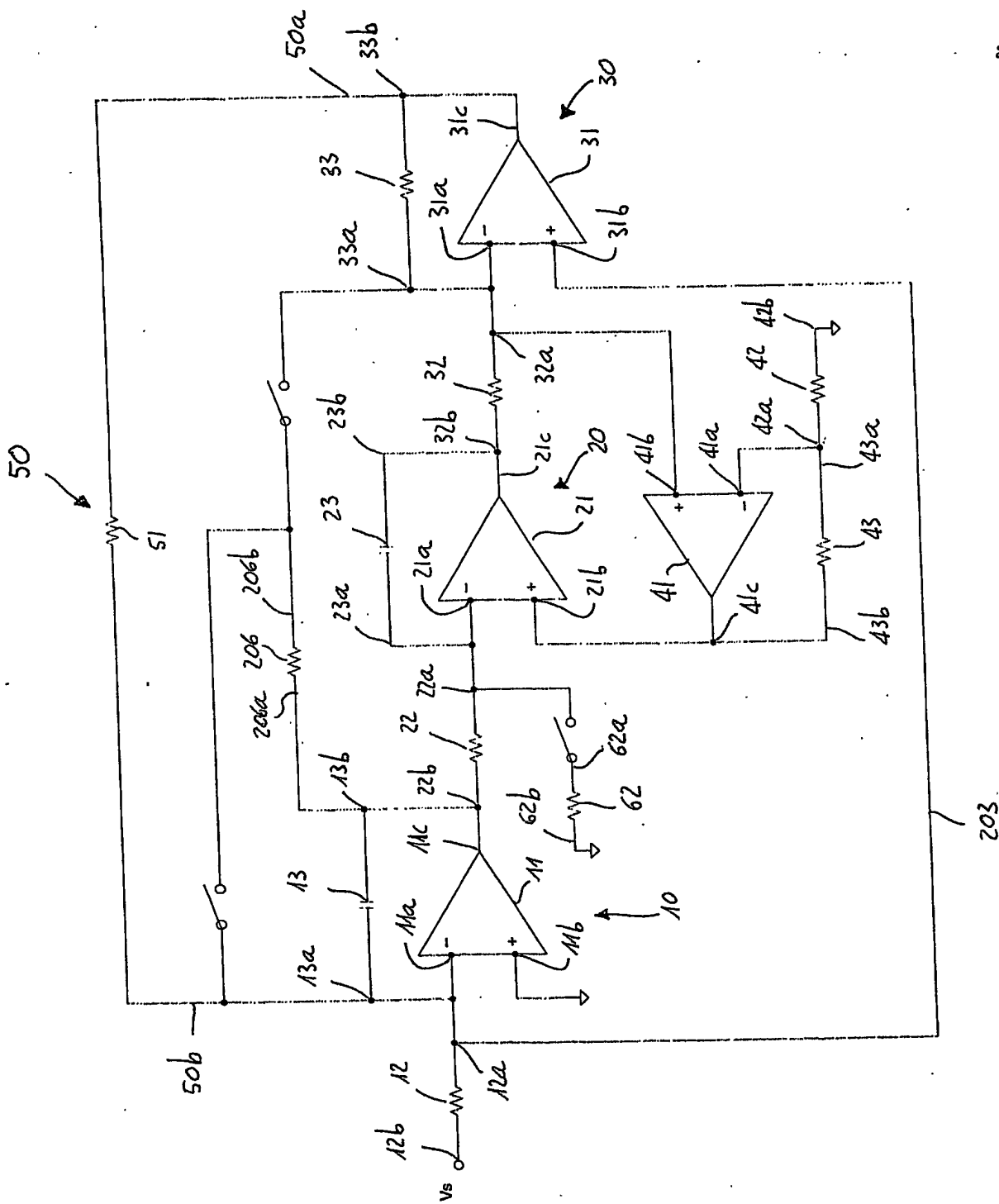


FIG. 29

2003A00156.6



M 200340015616

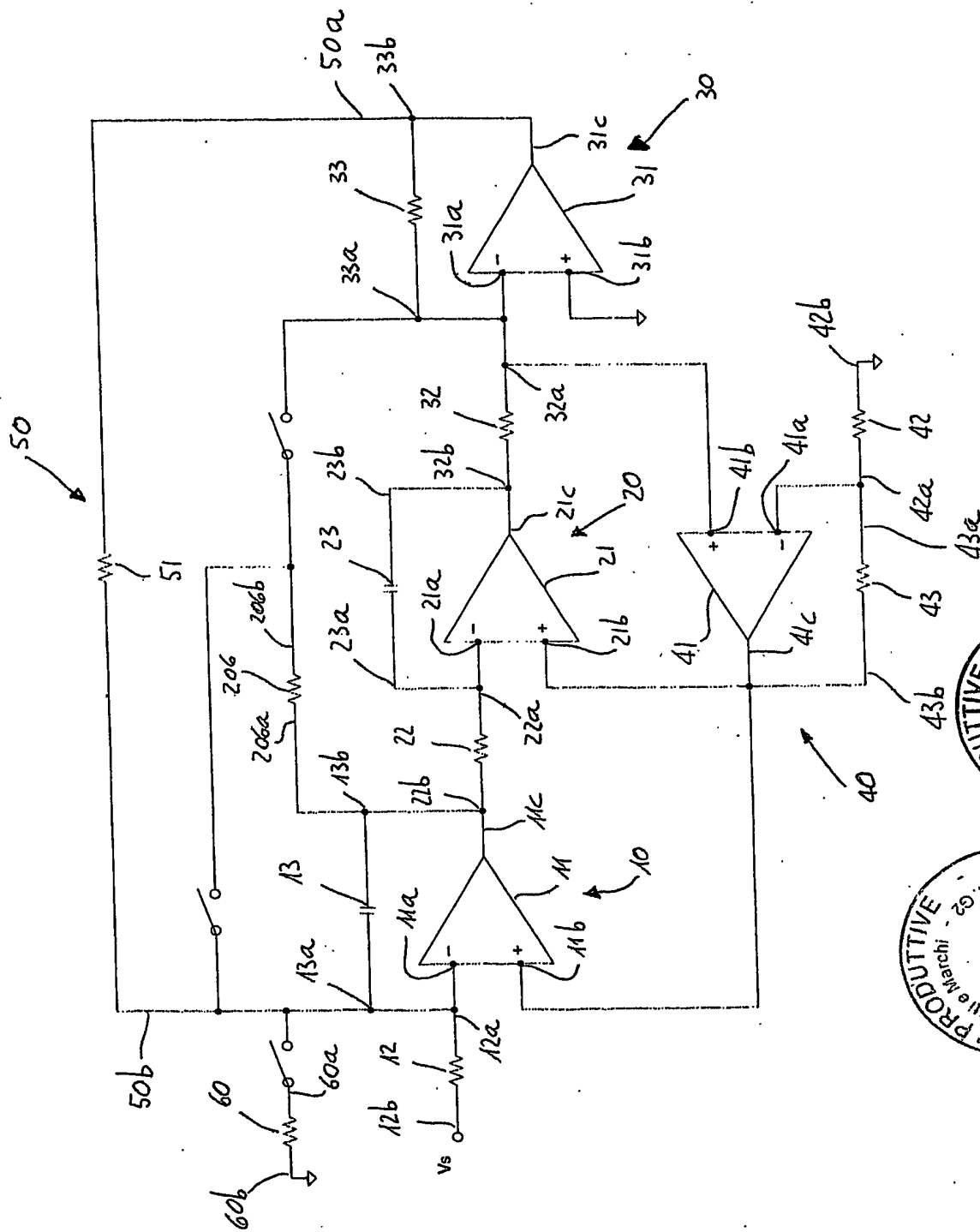
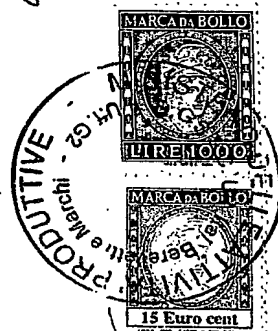
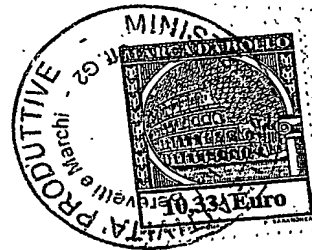


FIG. 30

IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Isolato all'Anno con il n. 999 DM.



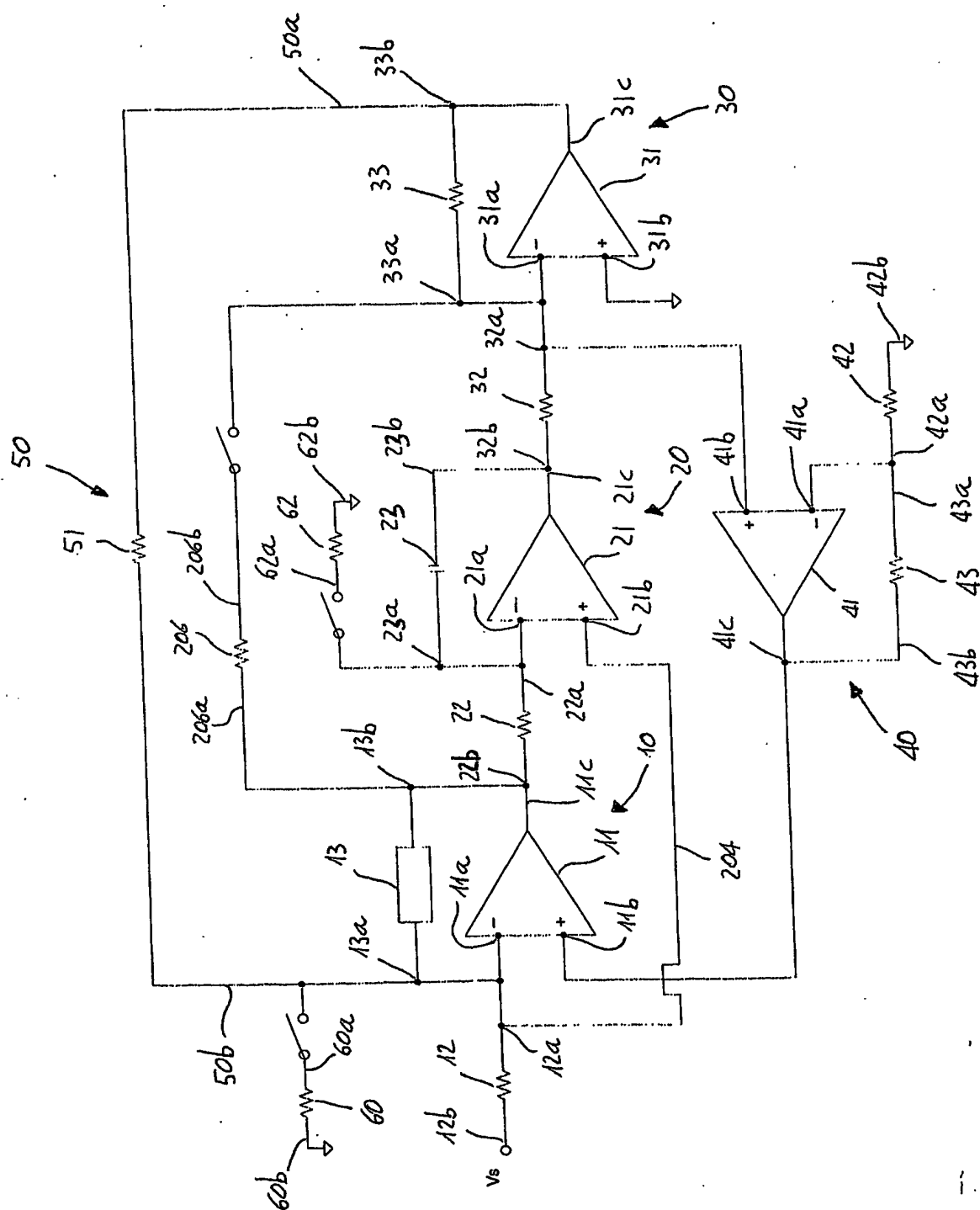
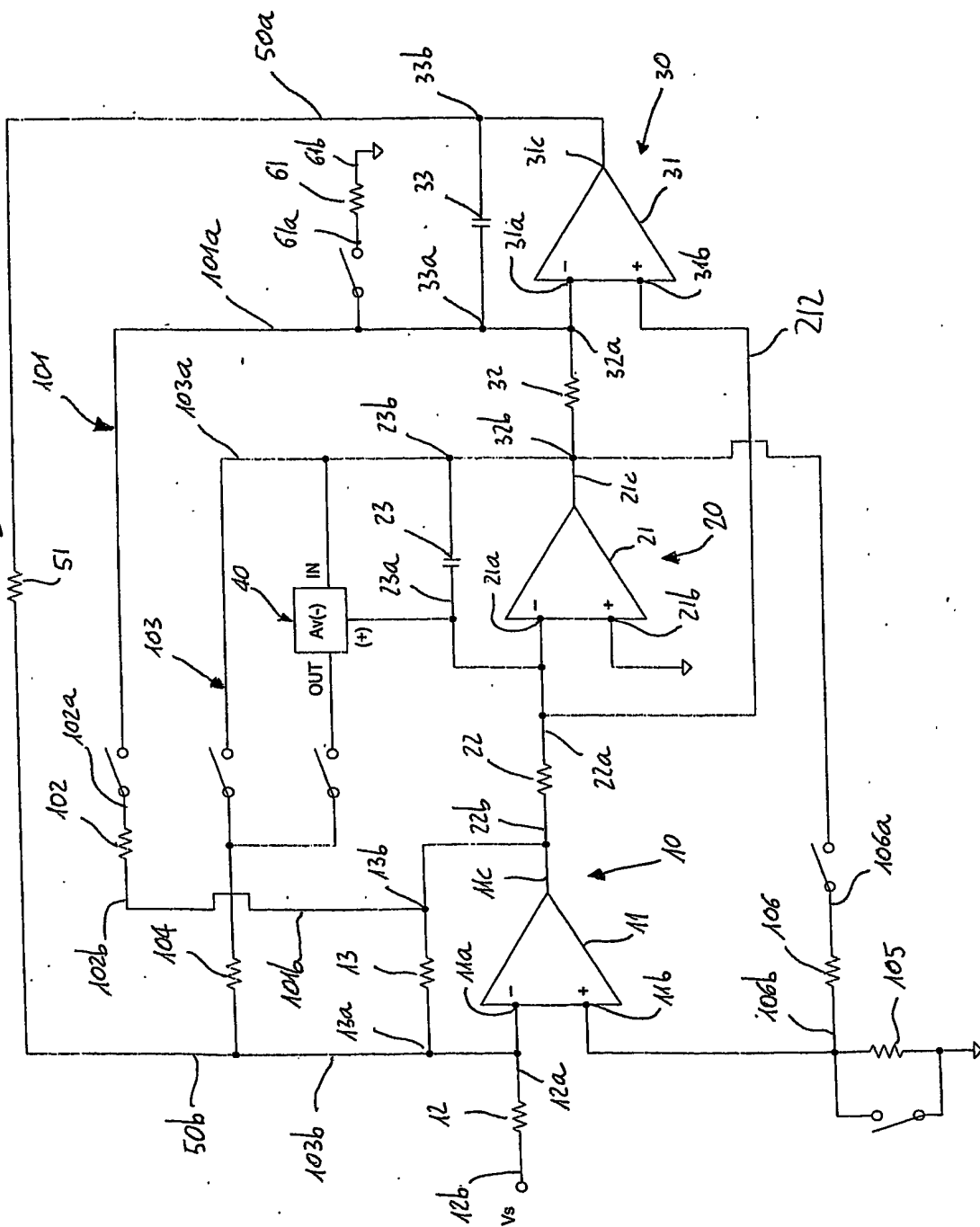


FIG. 31

**IL MANDATARIO**  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 221 BM

Don't tell





2003A00156.6

FIG. 32

IL MANDATARIO  
Ing. Giancarlo PONZELLINI  
Assistito all'Albo con il n. 907 BM

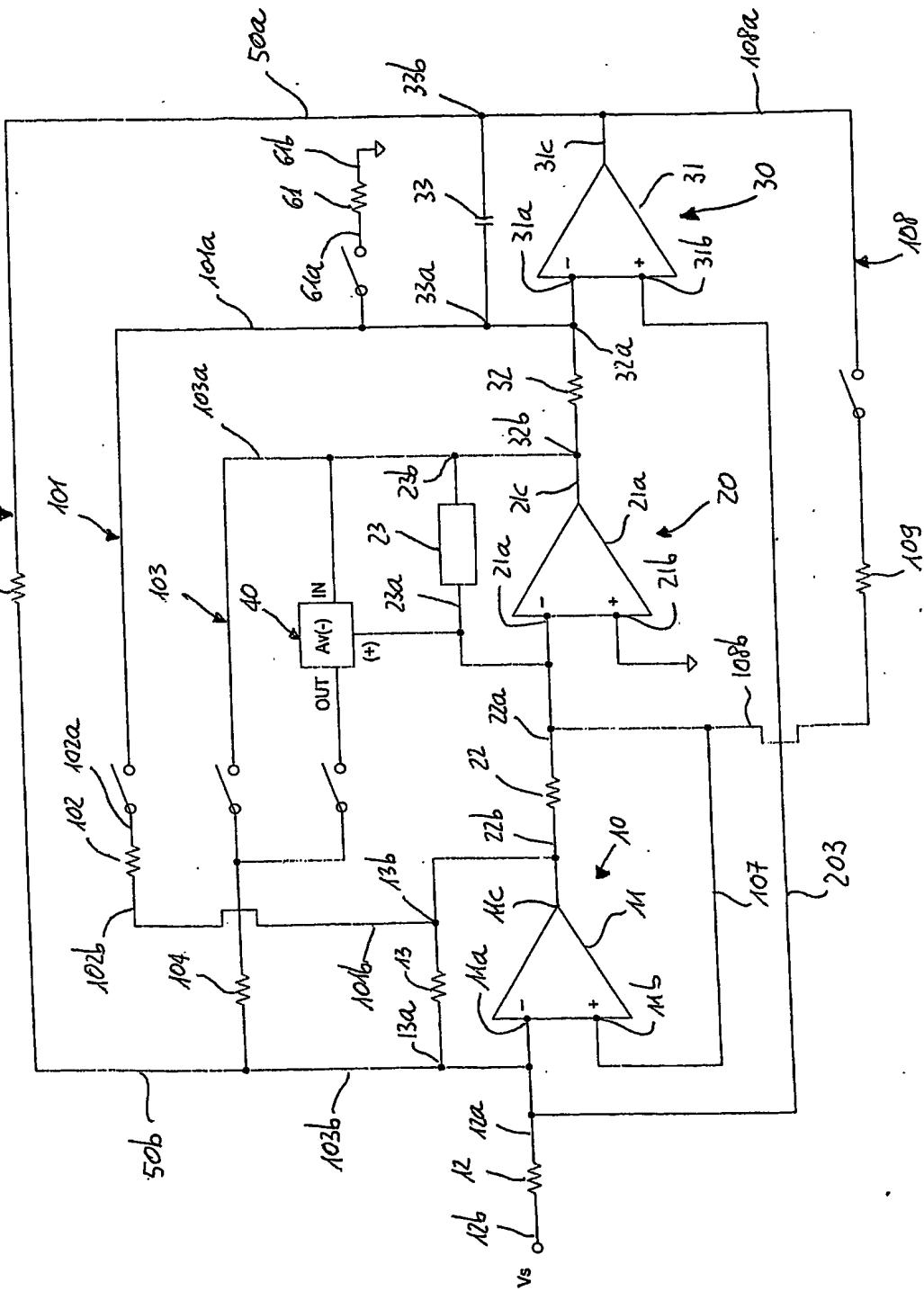


FIG. 33

2003400156.5

IL MANDATARIO  
Ing. Giancarlo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 991 BM

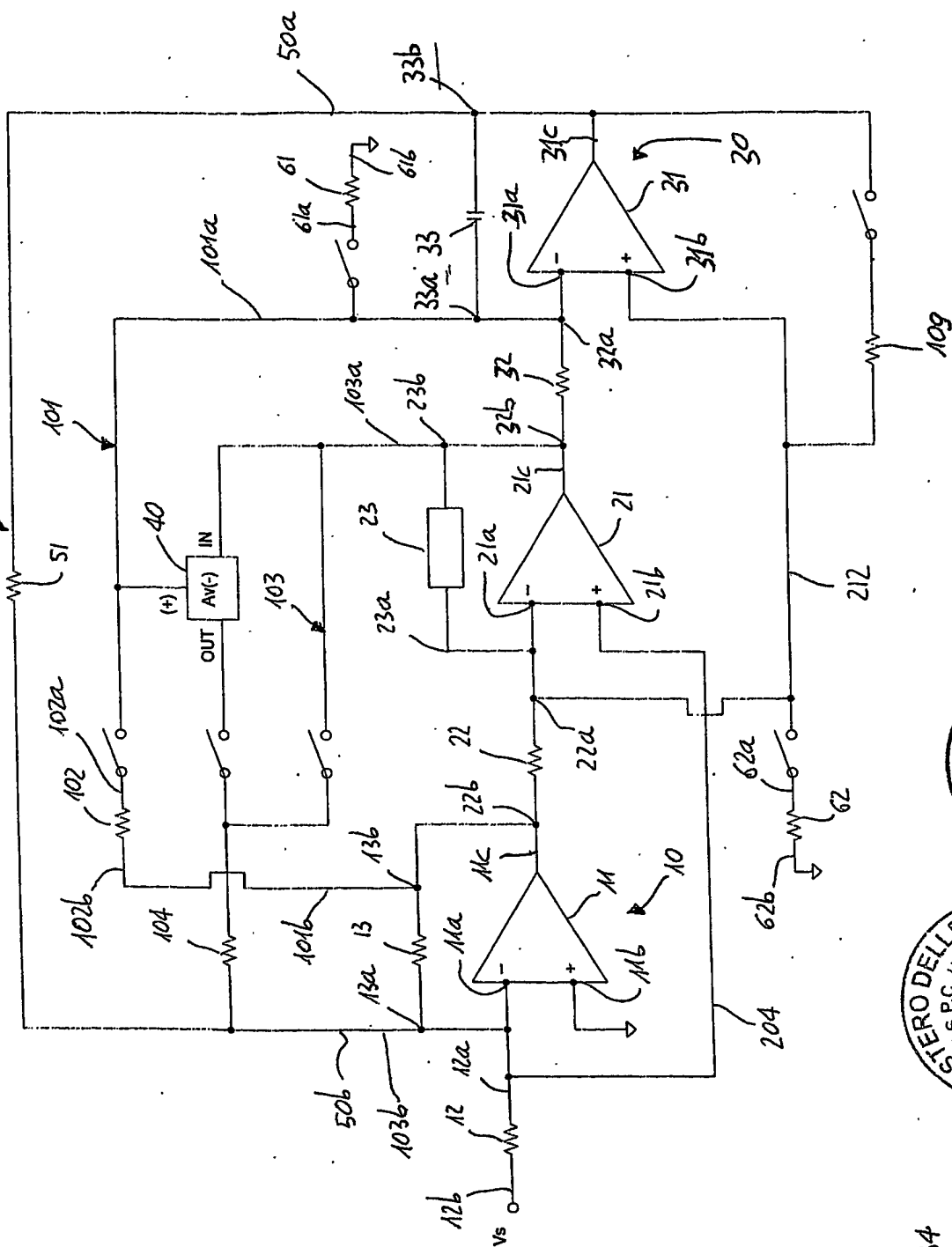


FIG. 34

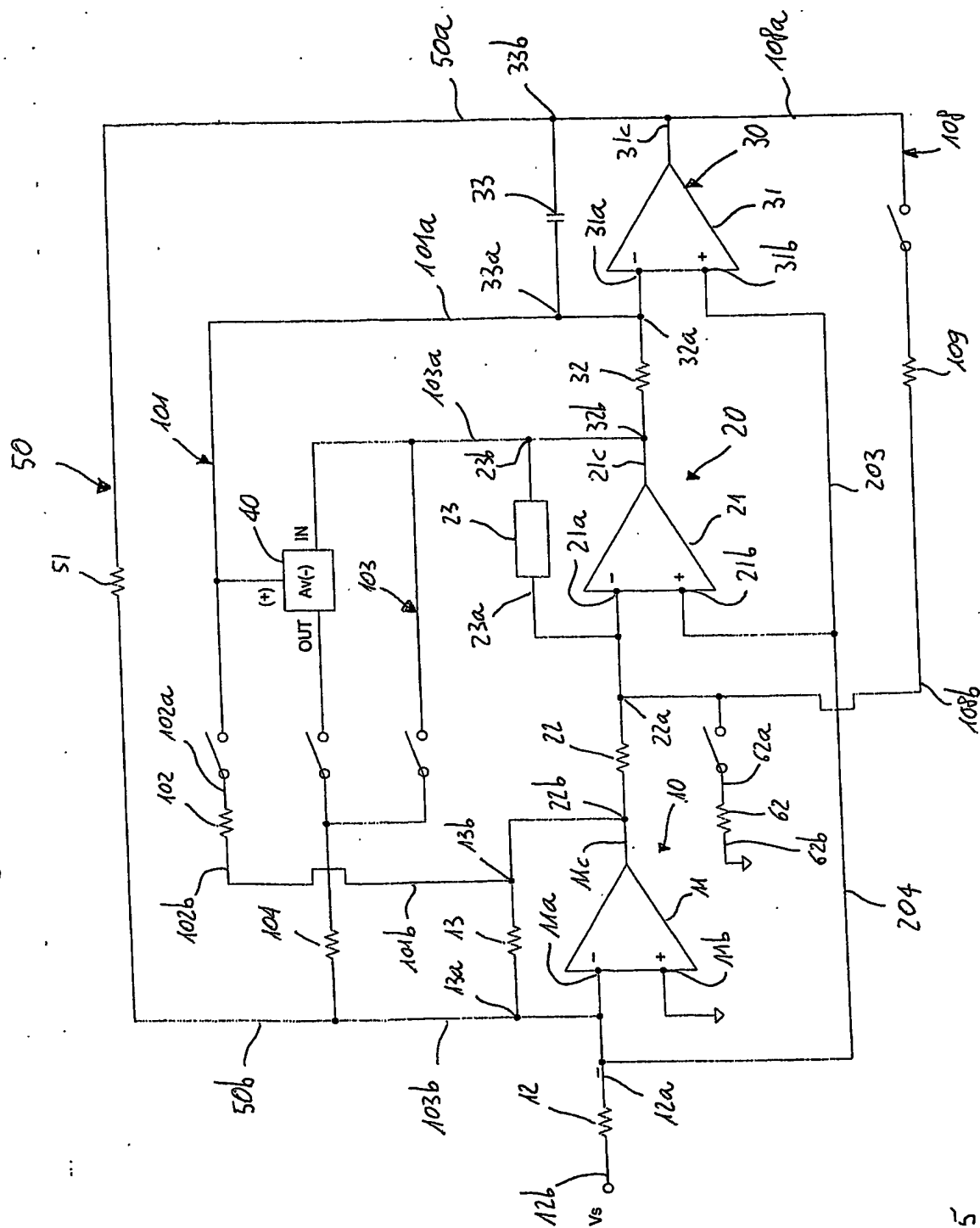
IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con il n. 9018M





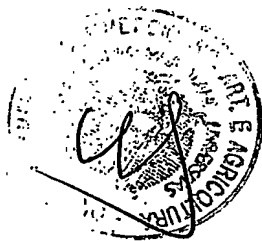
2003A001566

FIG. 35



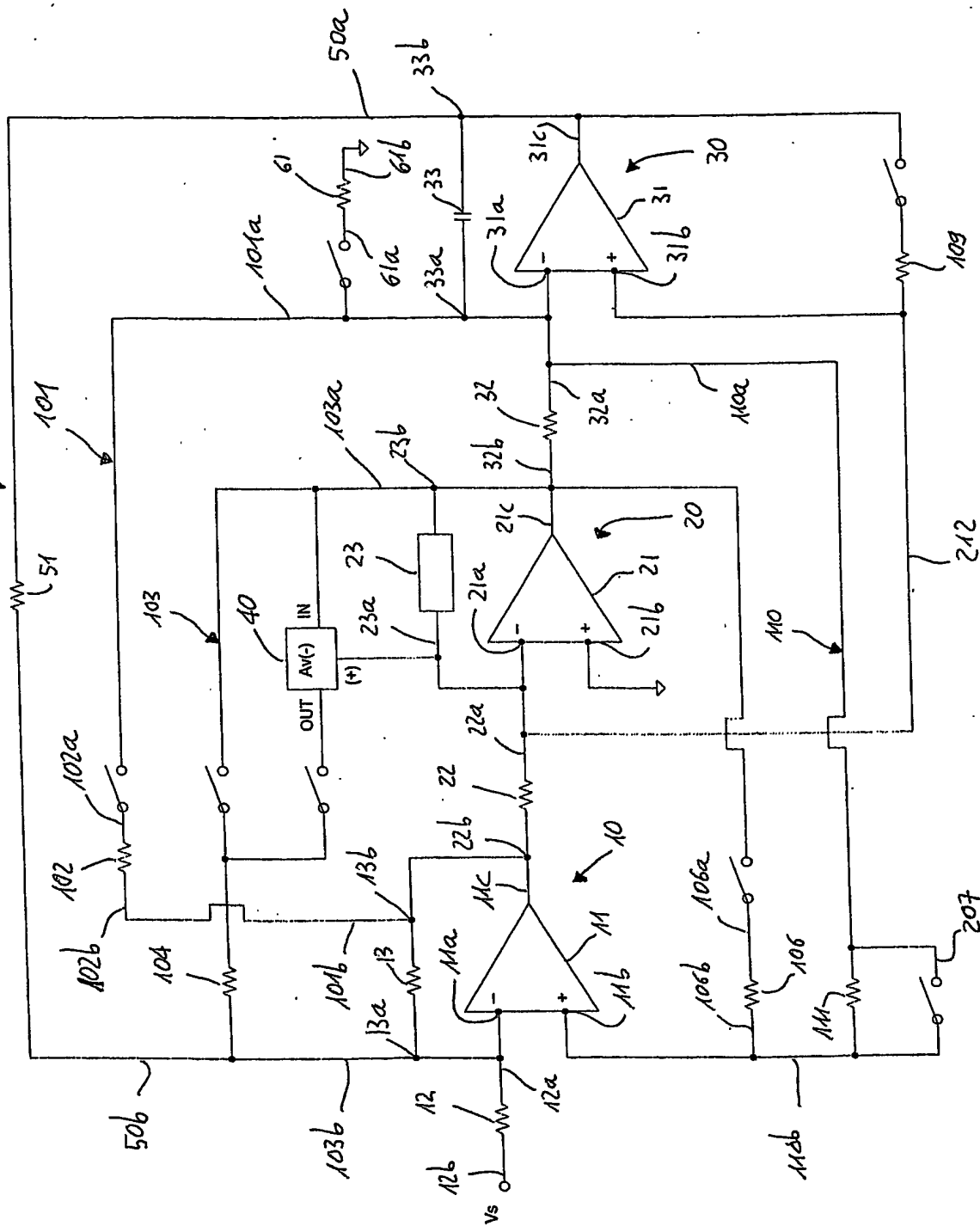
**IL MANDATARIO**  
 Ing. Giampaolo PONZELLINI  
 Esperto all'Albo con il n. 984 BM

*[Signature]*



20021004550

FIG. 36



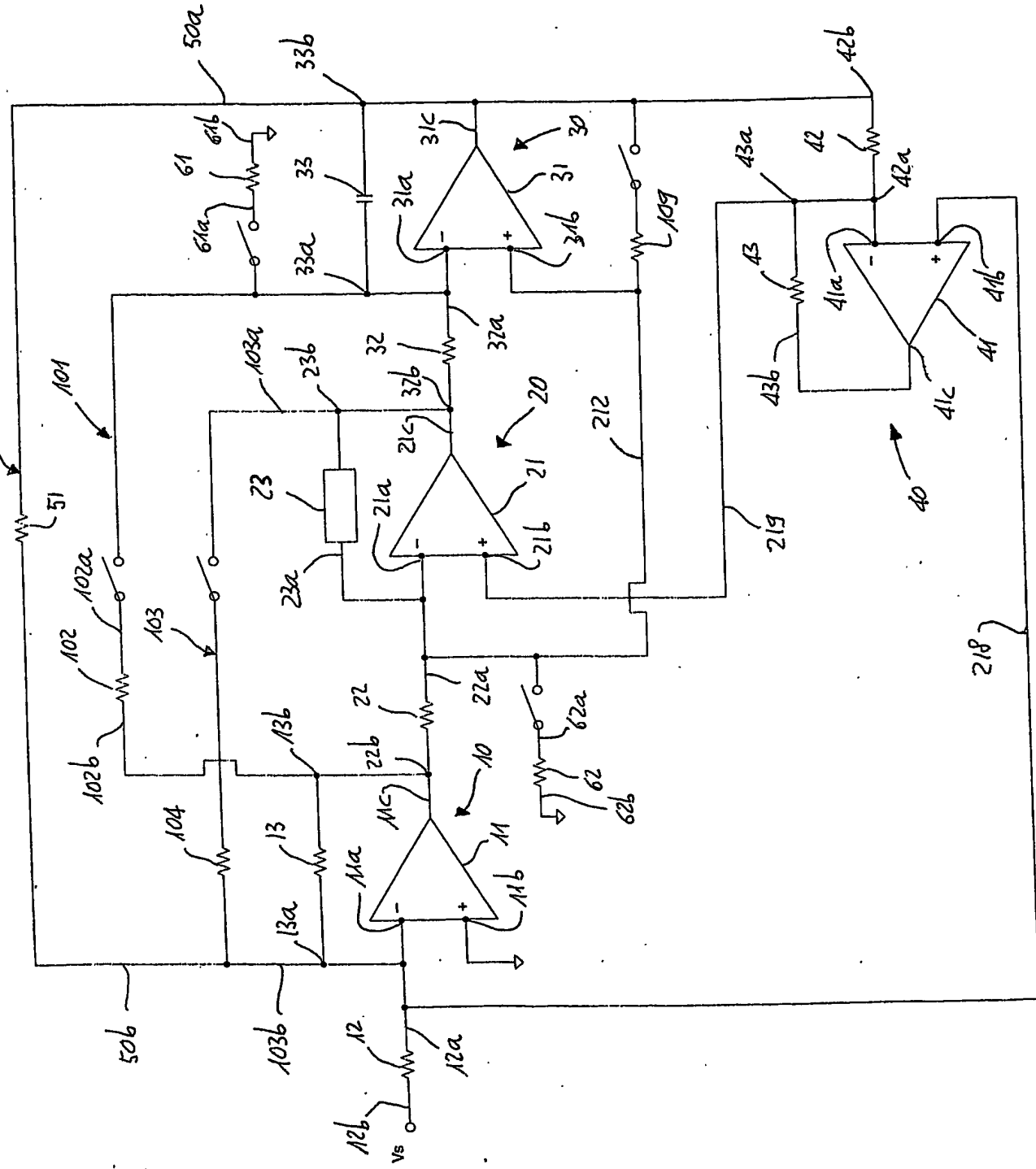
IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 901 BM  
*Ponzelli*

50

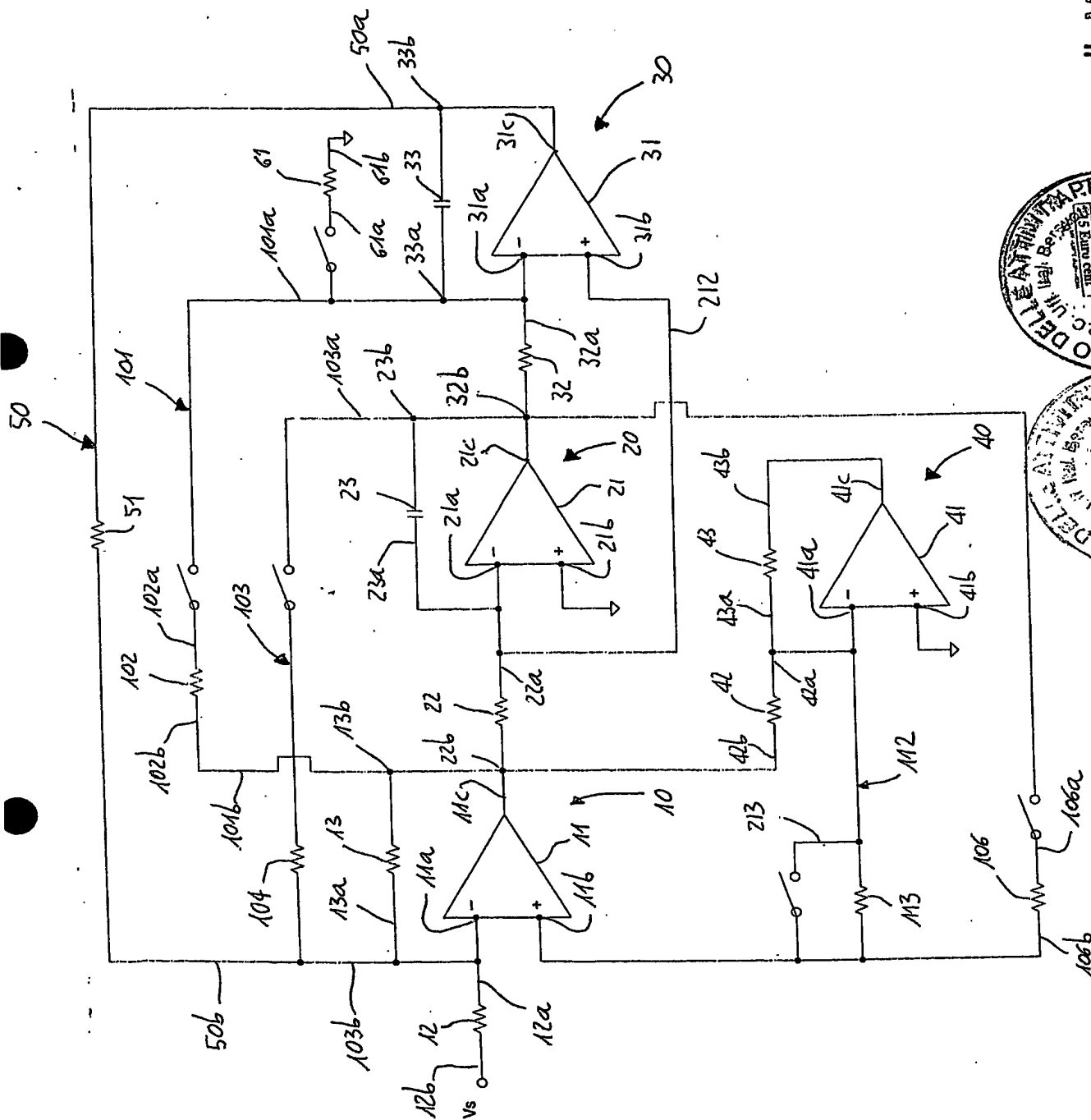
4

2003A001566

FIG. 37



IL MANDATARIO  
Ing. Giacomo PONZELLINI  
Isento all'Albo con 14/09/91 BM



**IL MANDATARIO**  
*Ing. Gianmarco PONZELLINI*  
Iscritto all'Albo con il n. 964 B.M.



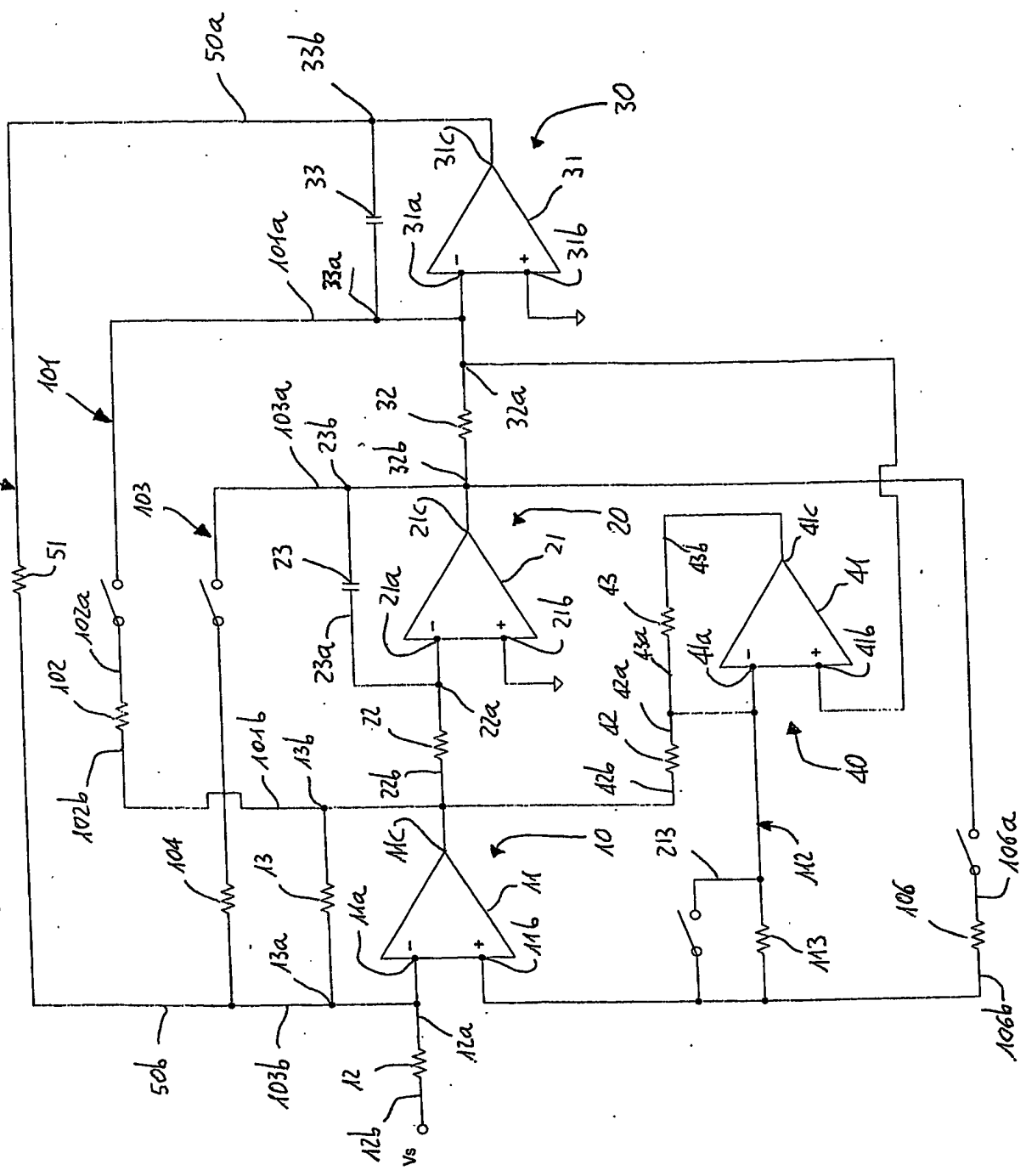
Fig. 38

2003400756.6



2003A00156.6

FIG. 39



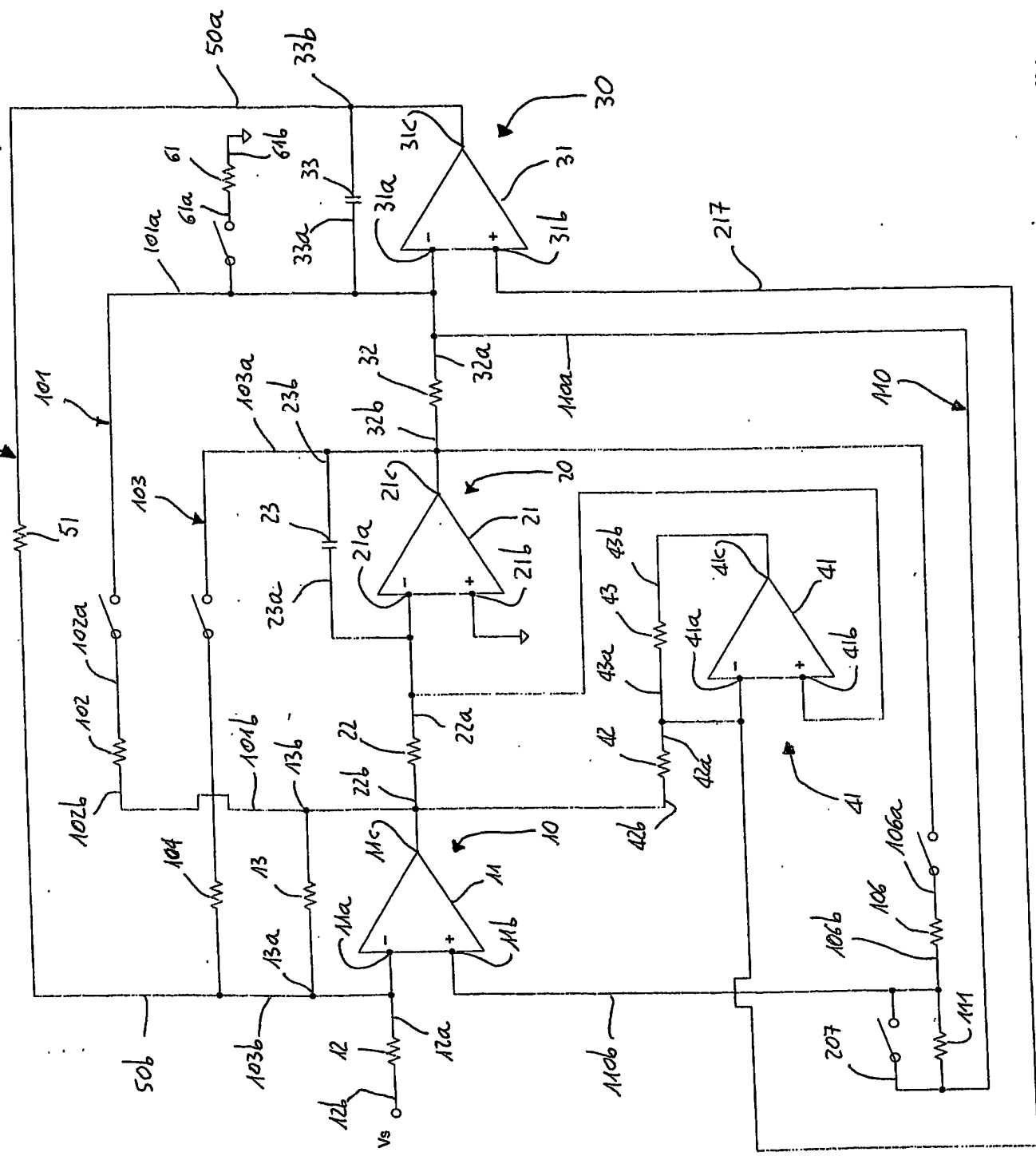
IL MANDATARIO  
Ing. Giacomo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 9999 BM



6



2003A001566



IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Isolato all'Albo con il n. 809/BM

FIG. 40

20032001566

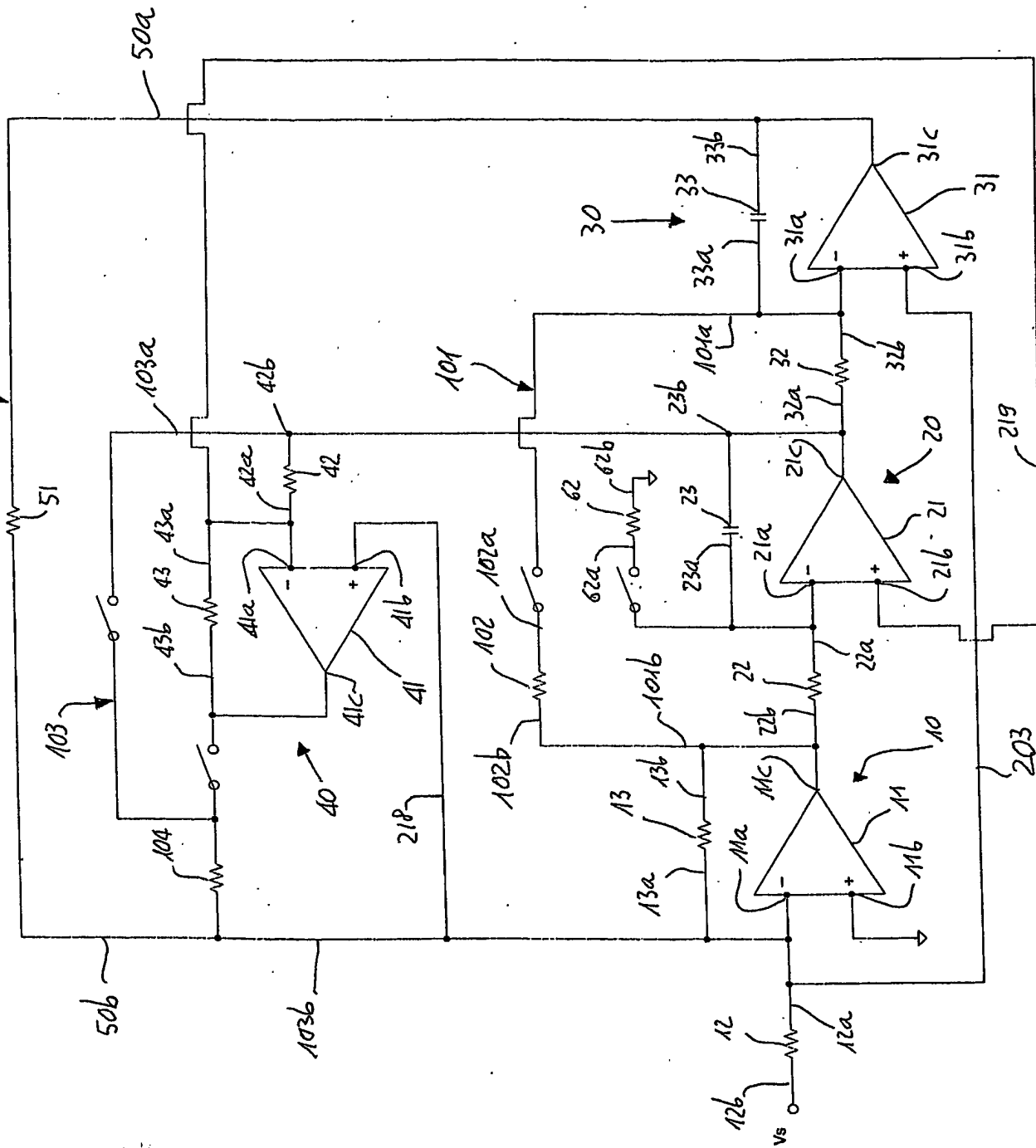


FIG. 41

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con il n° 201 BMI

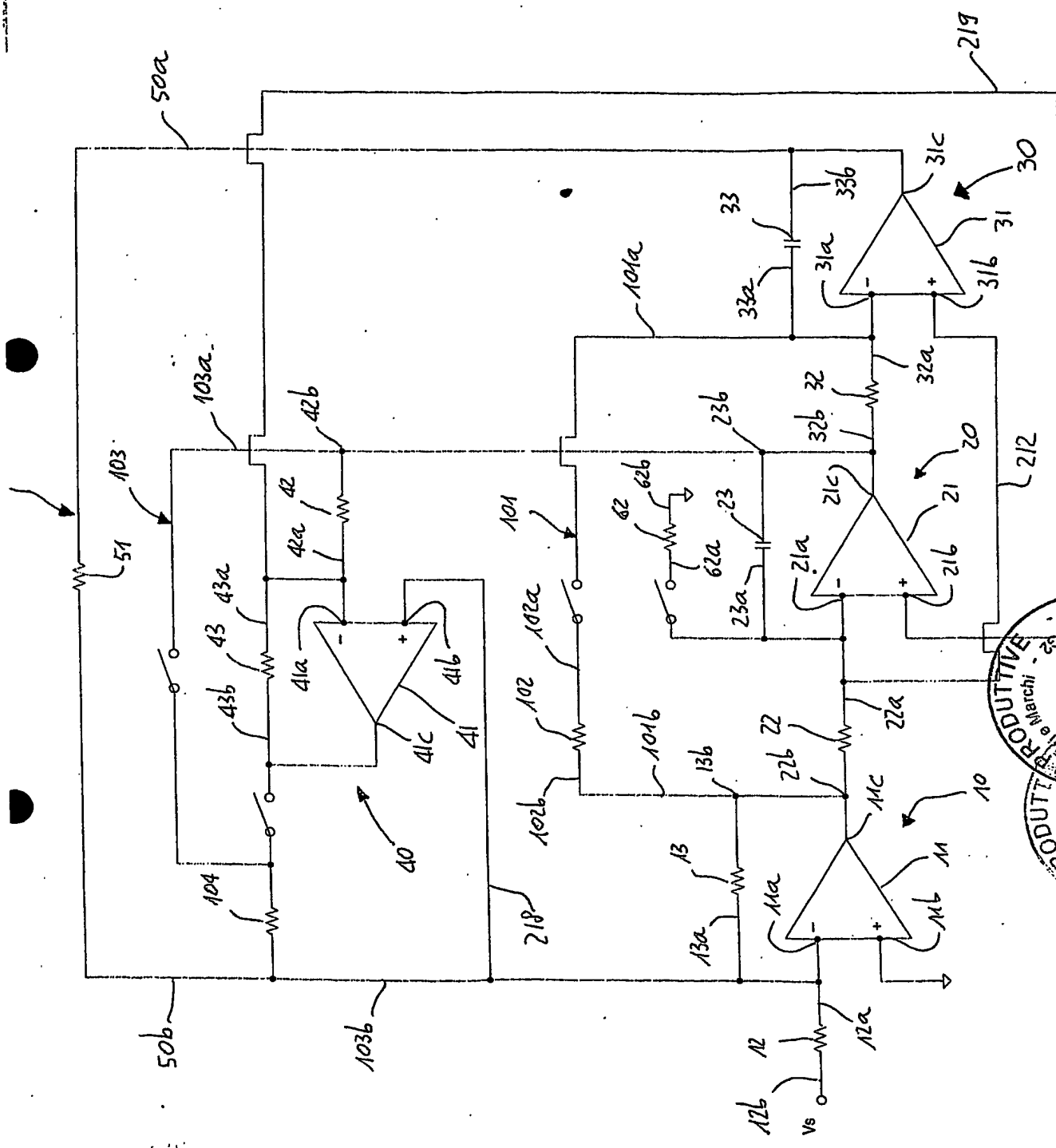
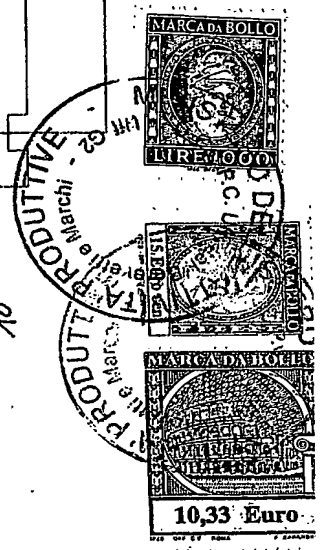


FIG. 42

2003A001566

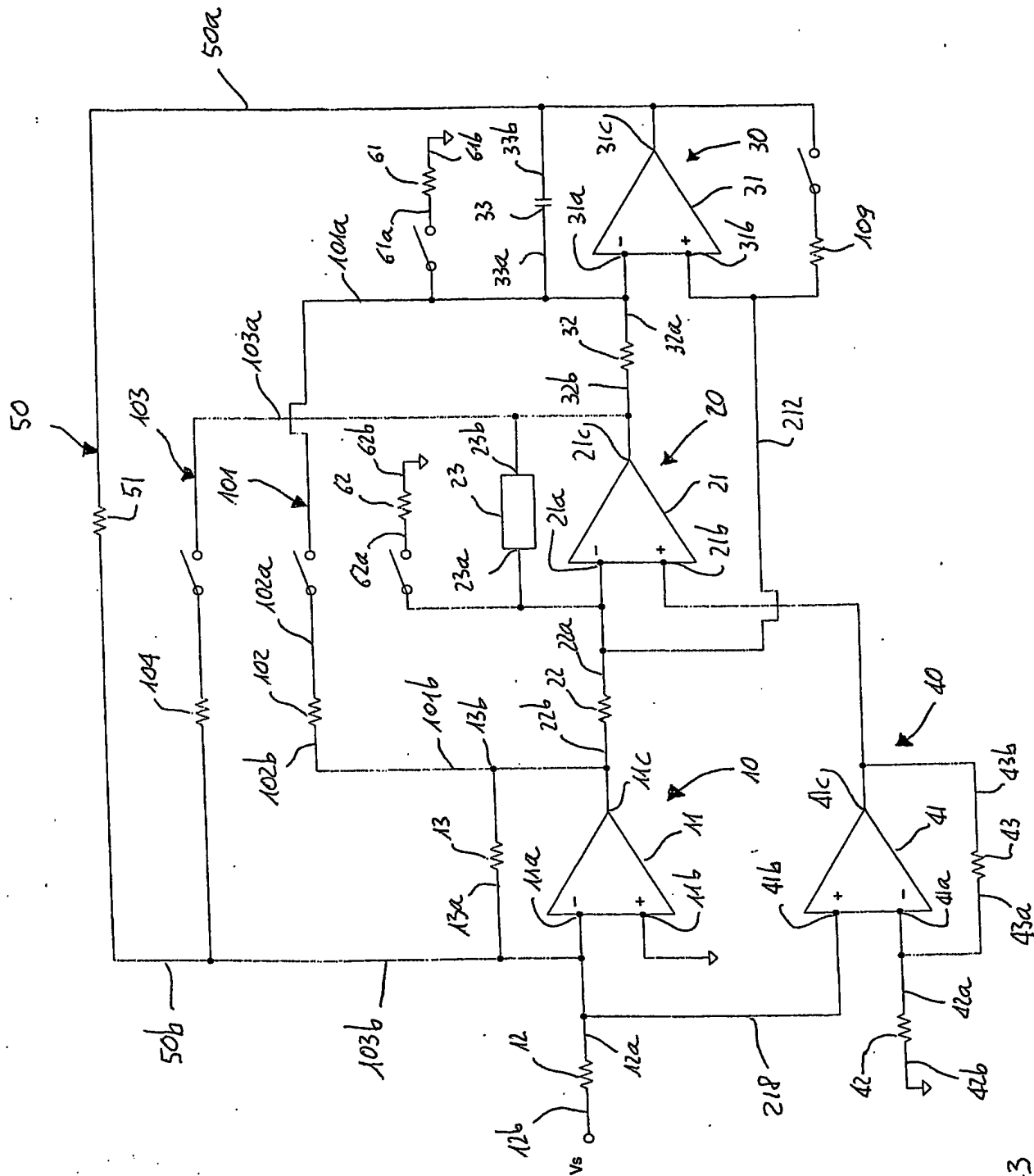
IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Usatario all'Albo con il n. 101 BM





2003A001565

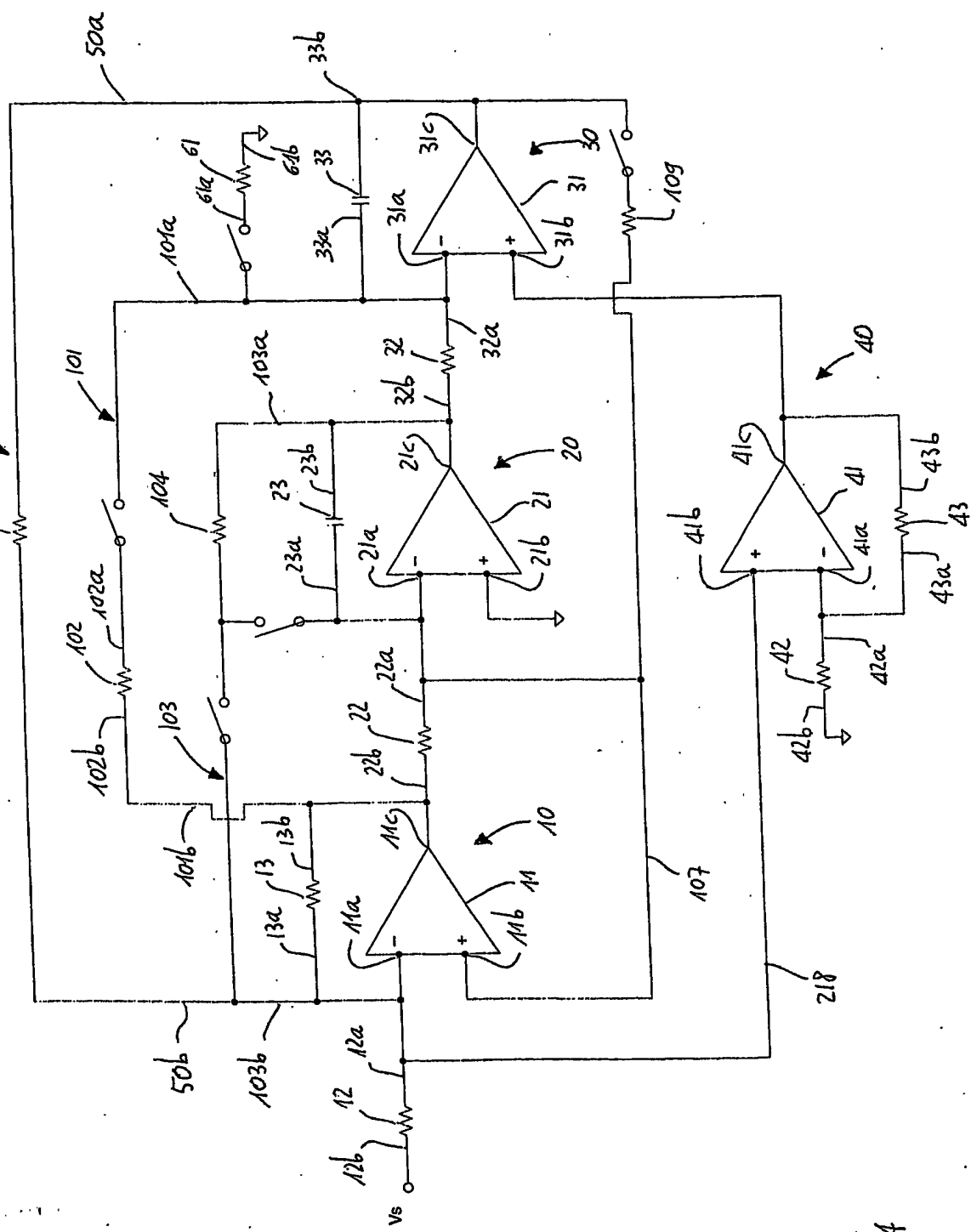
FIG. 43



IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 990/8M

IL MANDATARIO  
 Ing. Gianmarco PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 901 BM

*Ponzellini*



F1C.44

2003A001566



*Ponzellini*

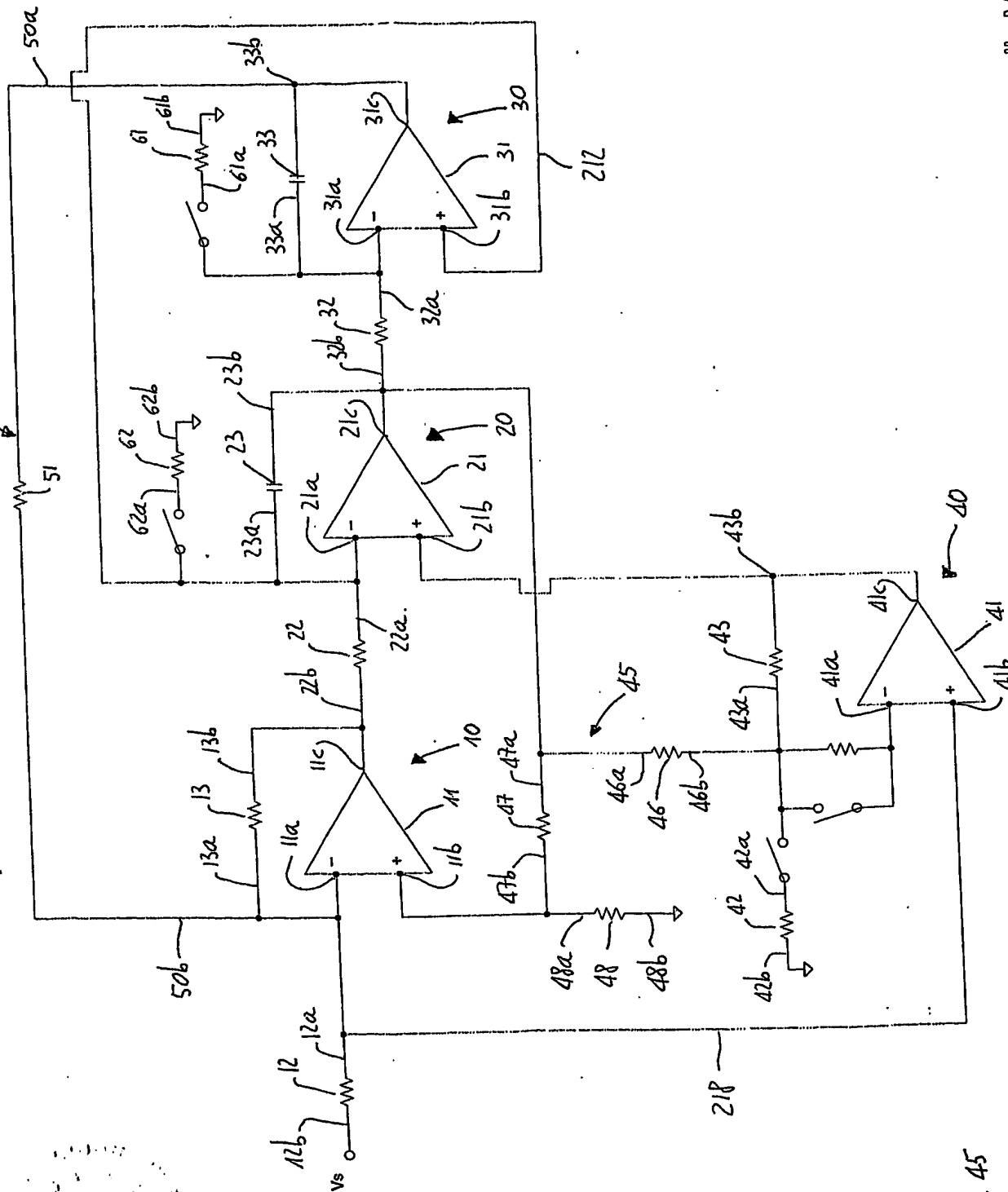
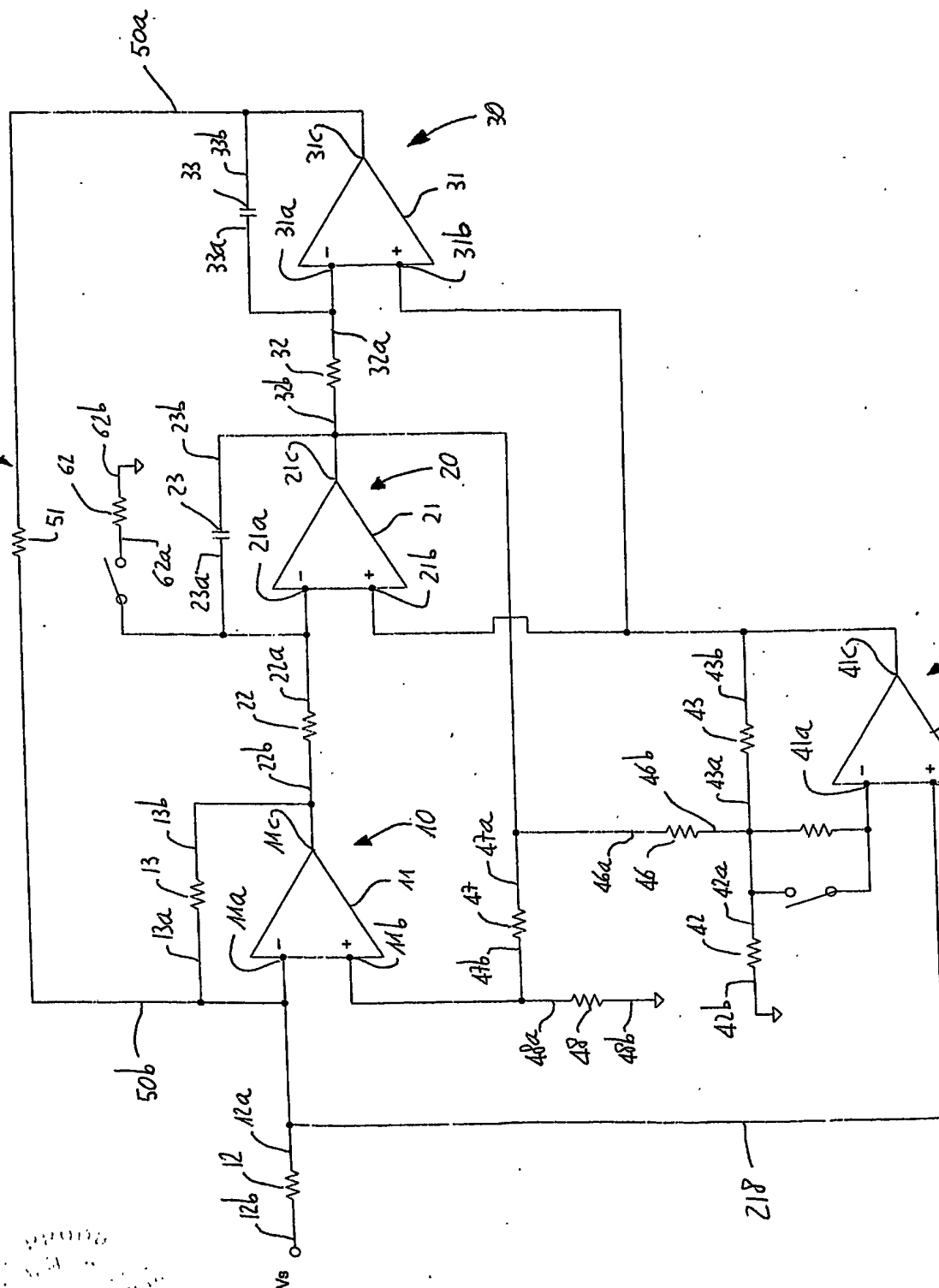


FIG. 45

2003A001566

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con n. 801 BM

FIG. 46



2003A001566

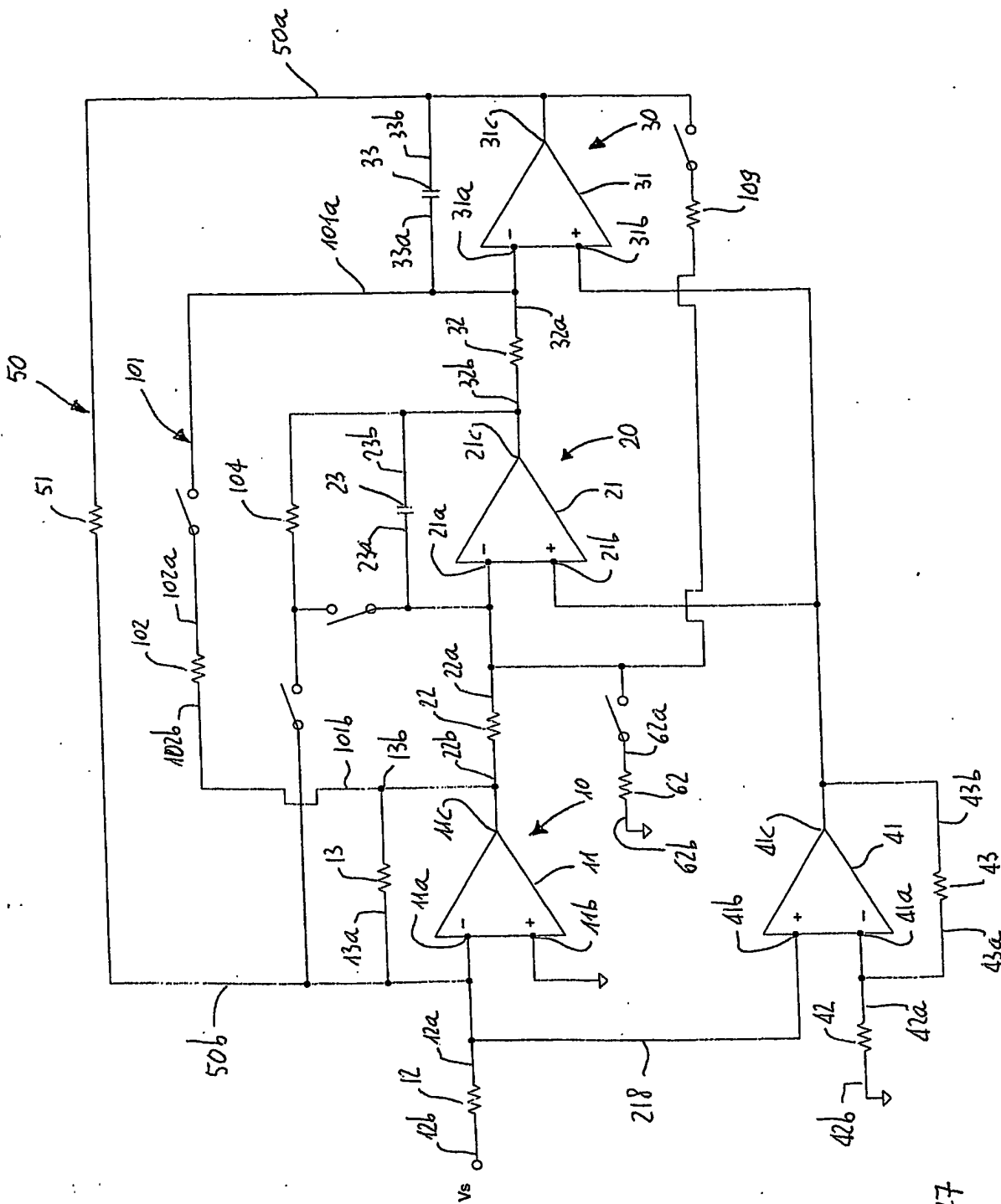


FIG. 47

000340015640



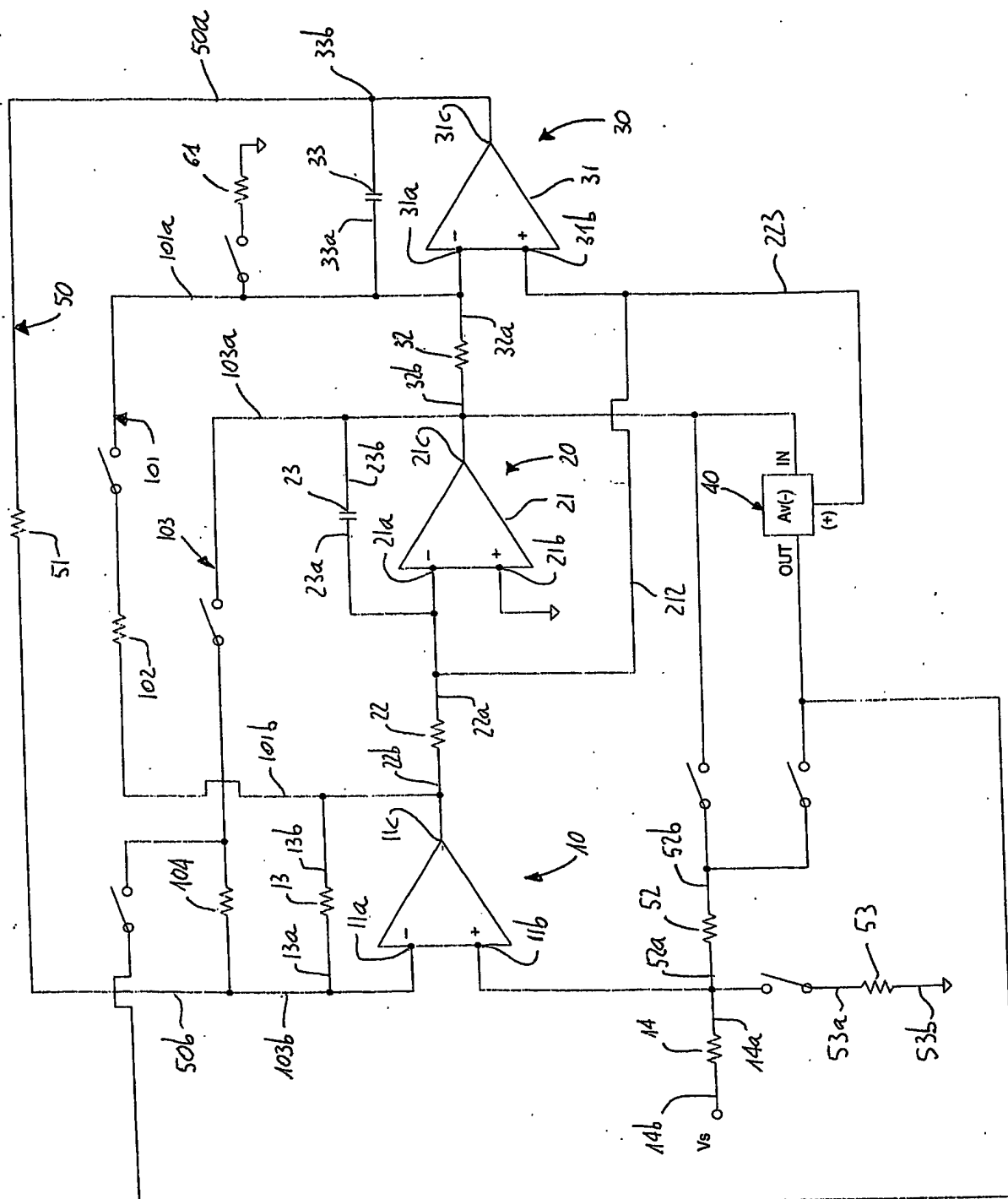
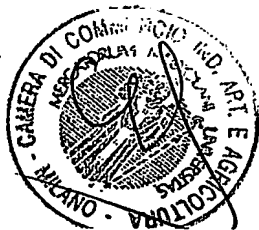


FIG. 48

2003A001566

IL MANDATARIO  
Ing. Giacomo PONZELLINI  
(iscritto all'Albo con n. 901 BM)

*[Handwritten signature]*



2003A001588

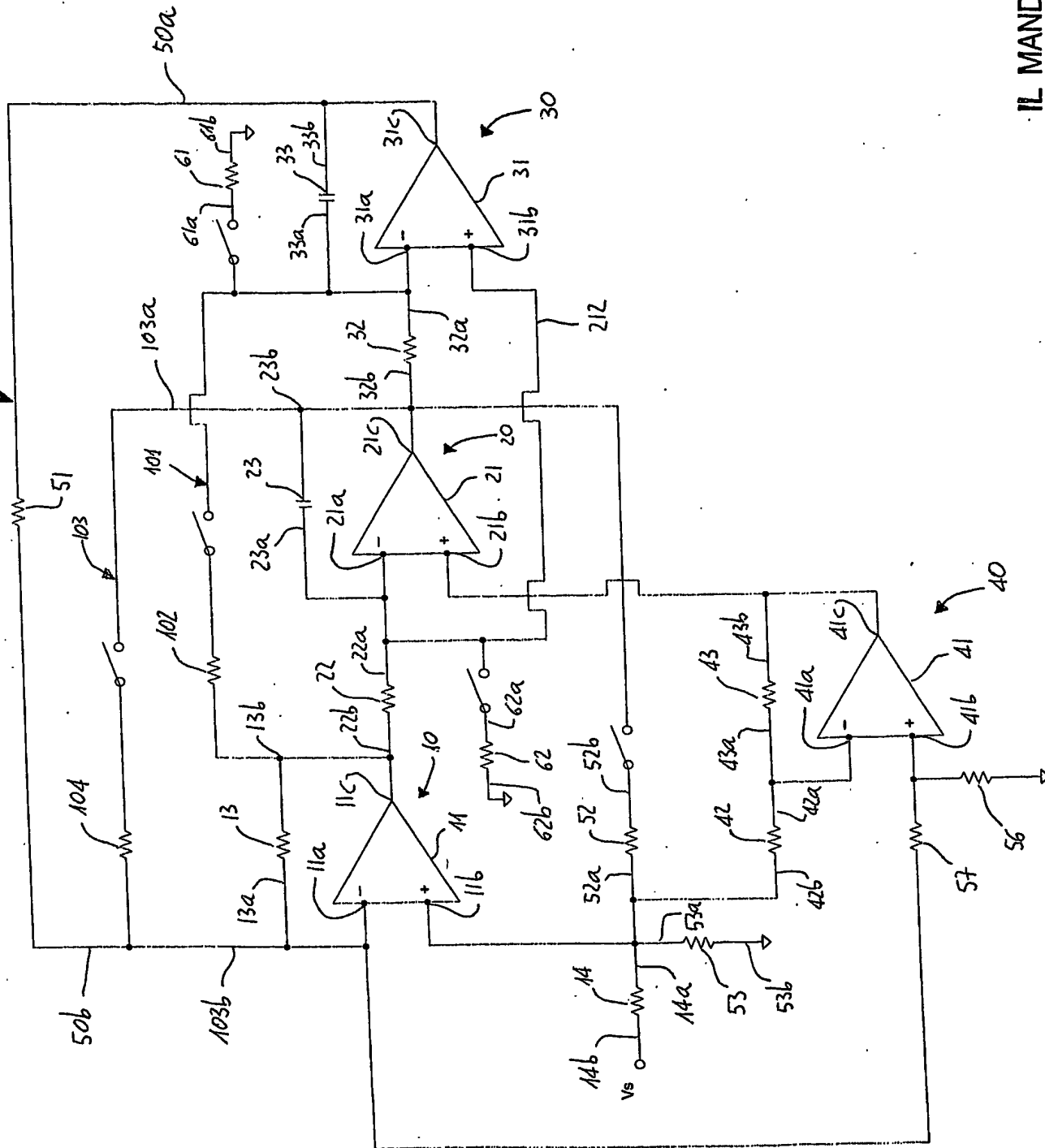


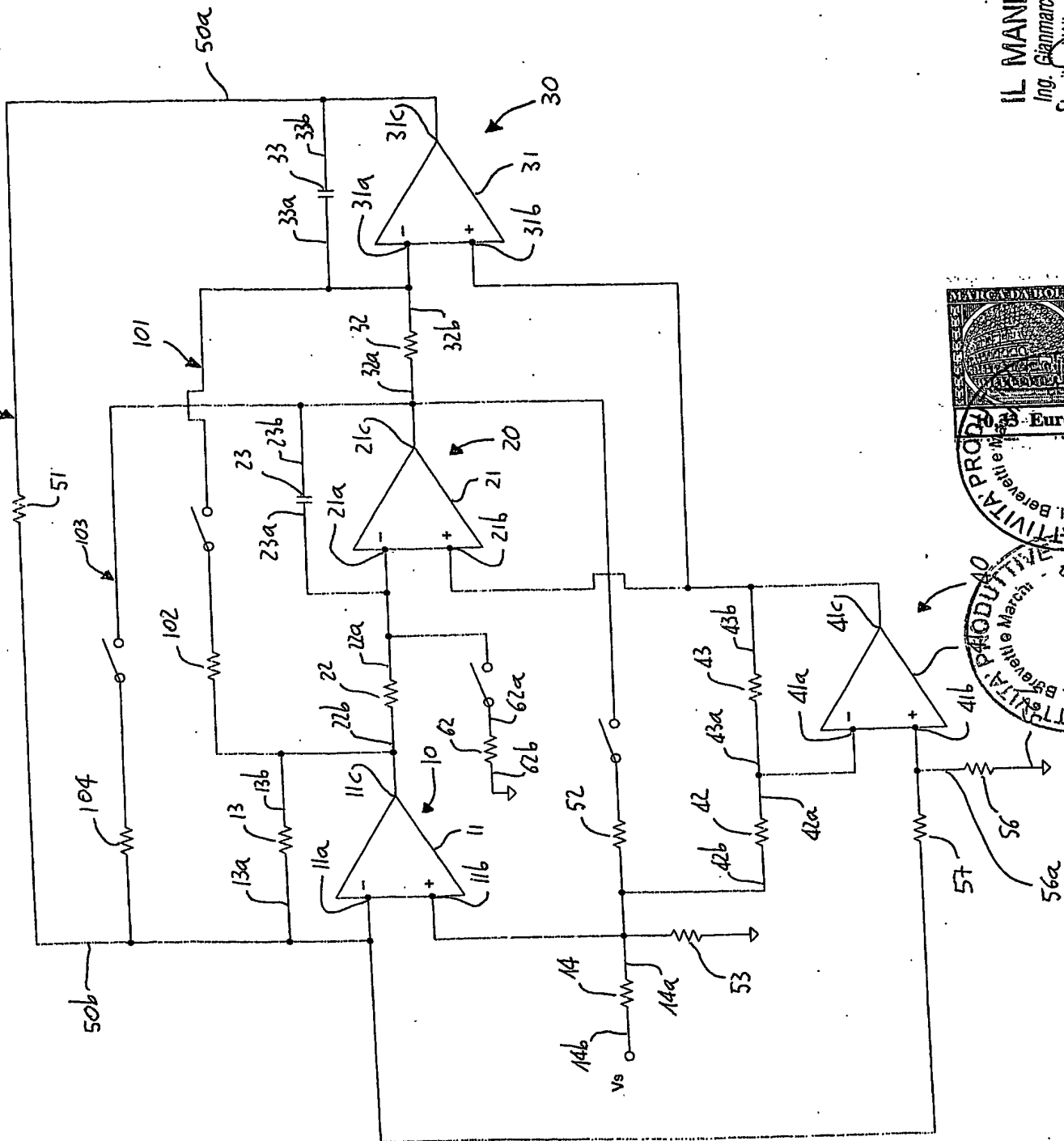
FIG. 49

IL MANDATARIO

Ing. Gianmarco PONZELLINI

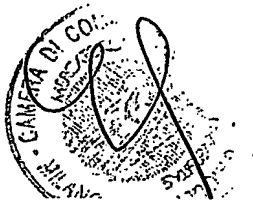
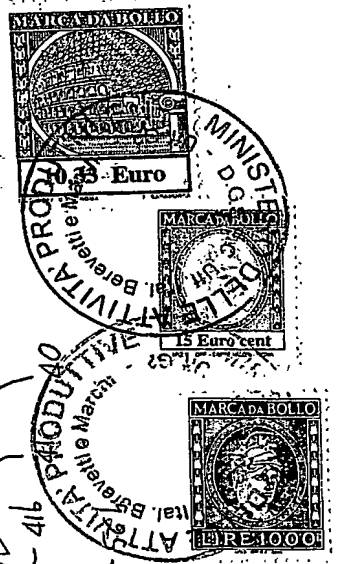
(iscritto all'Albo con il n. 901 BM)

*Ponzellini*



**IL MANDATARIO**  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con il n. 201/BM

FIG. 50

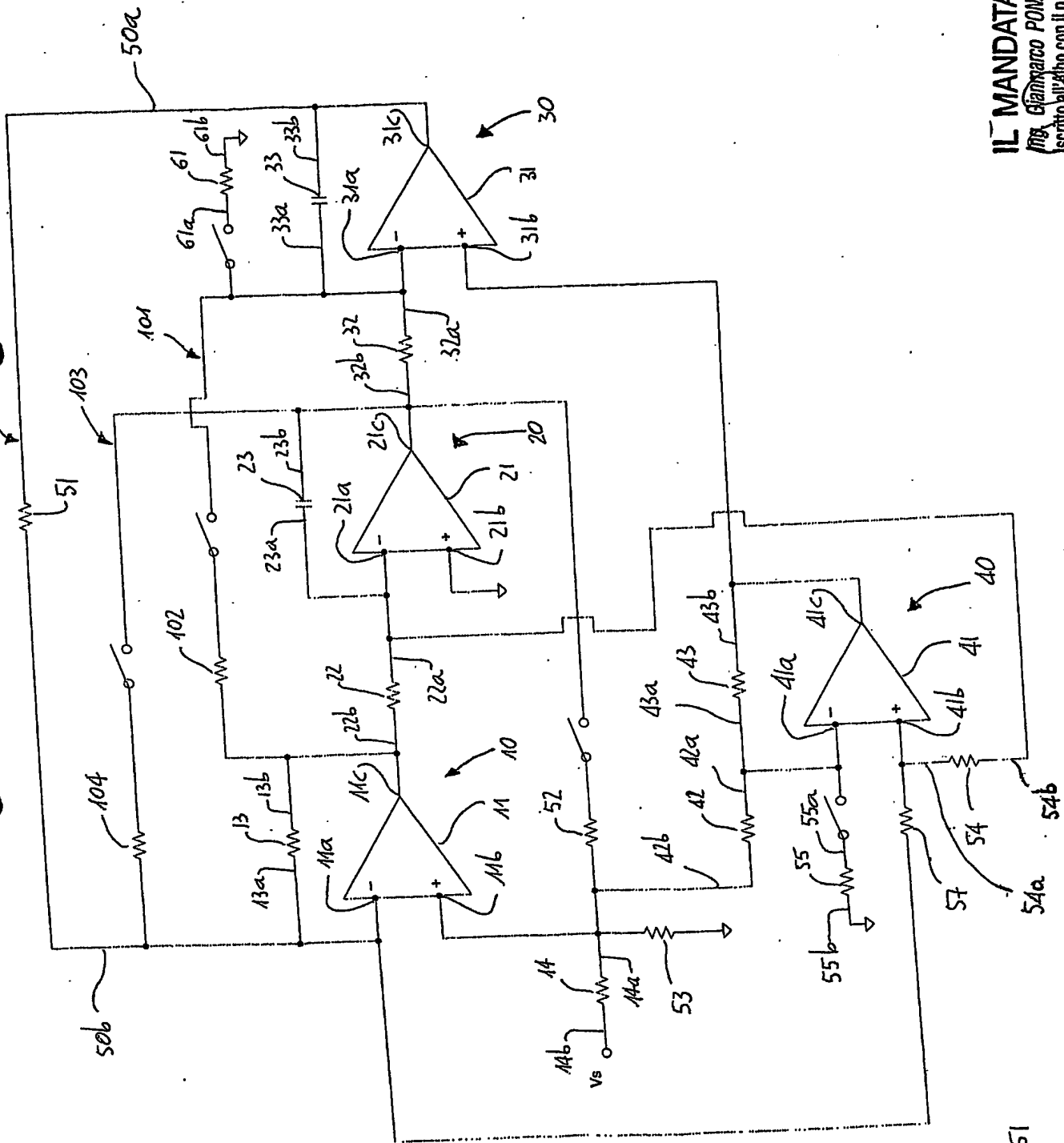


MD 2013-0155

1/2

2003A001566

FIG. 51



IL MANDATARIO  
ING. GIAMPAOLO PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 904 BM

10/2/2003

3

2003A0015616

IL MANDATARIO

Ing. Giancarlo PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 99178M

*[Signature]*

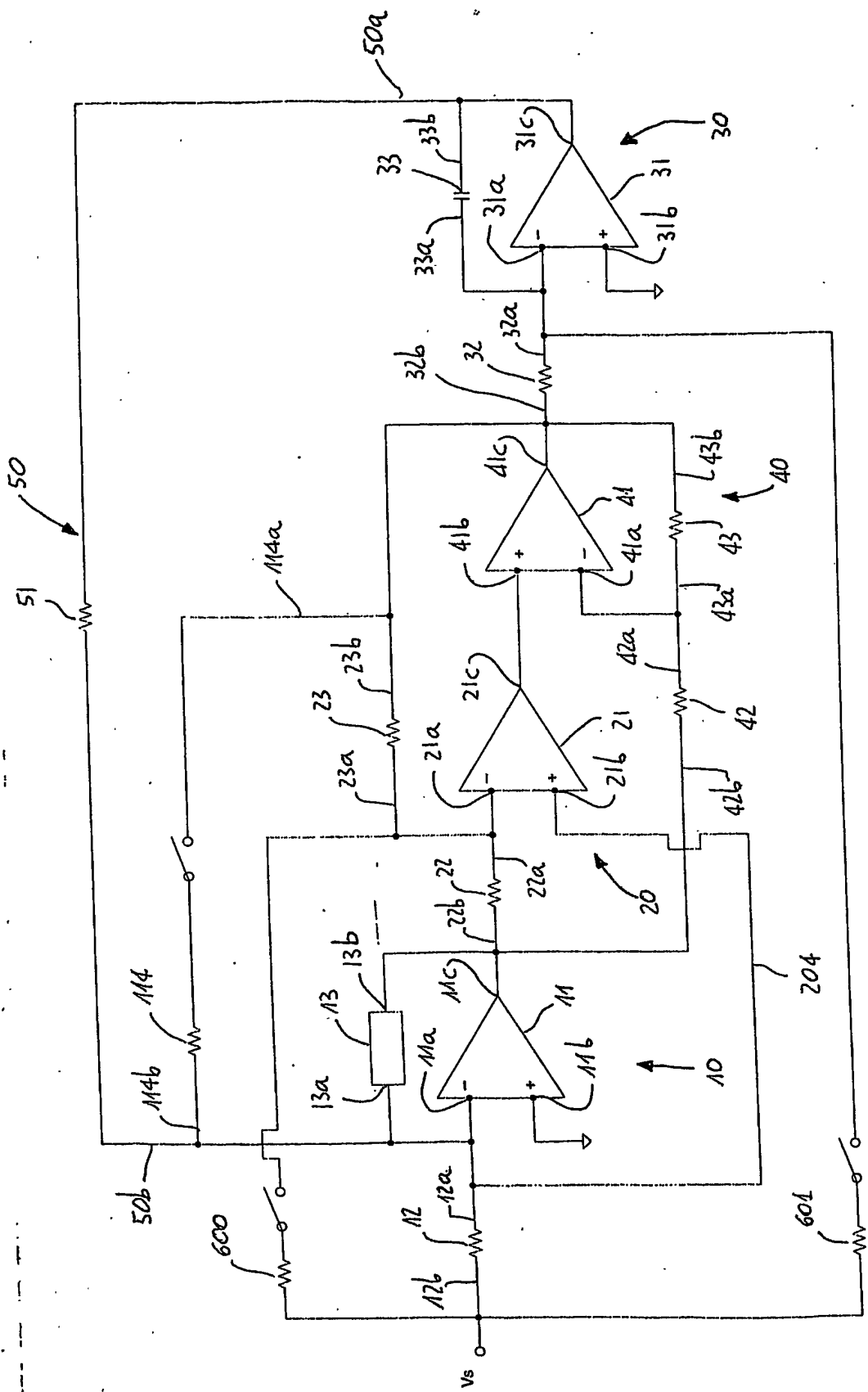


FIG. 52

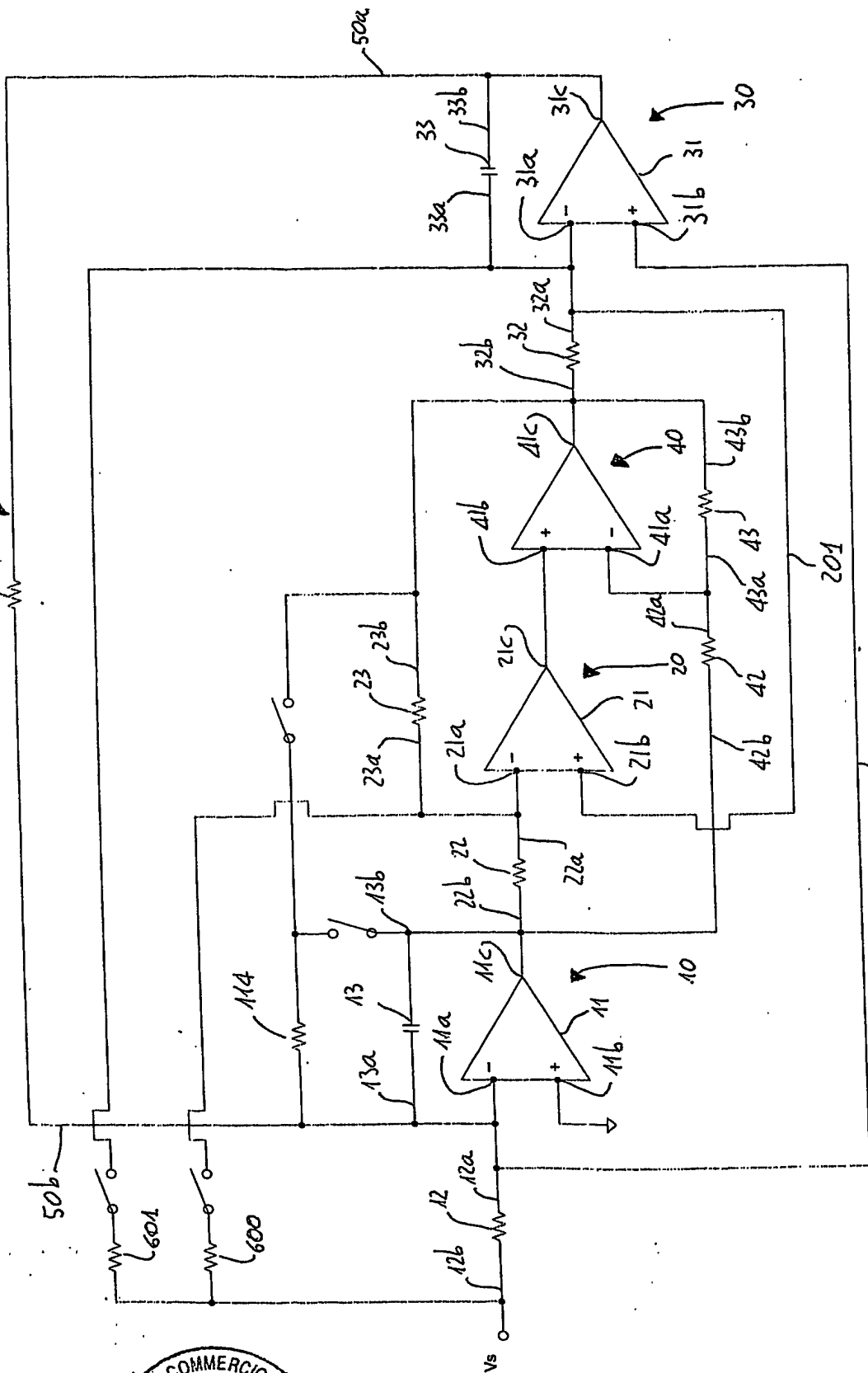


FIG. 53

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Isritto all'Albo con il n. 1090 BM



200 2460 7 564

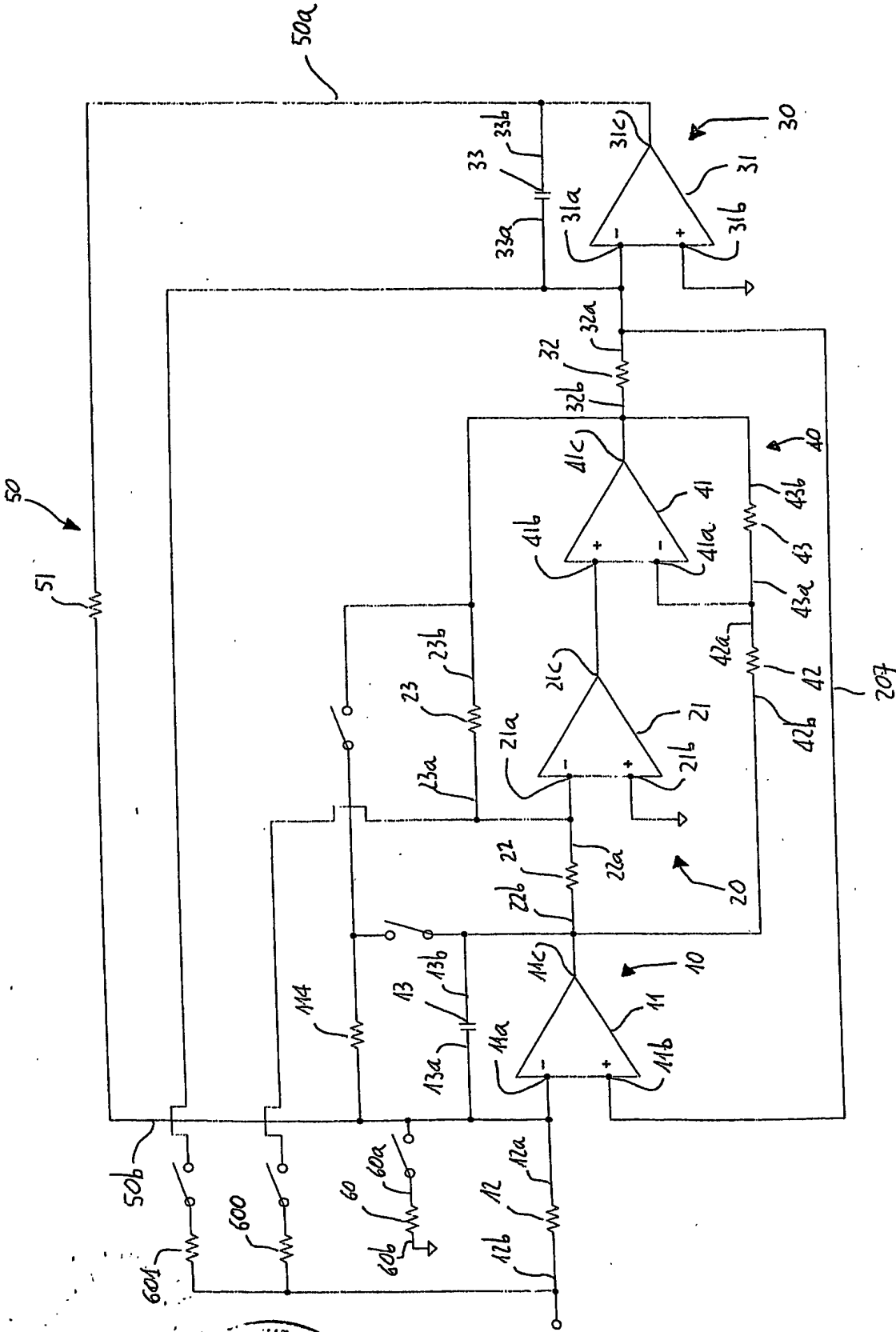
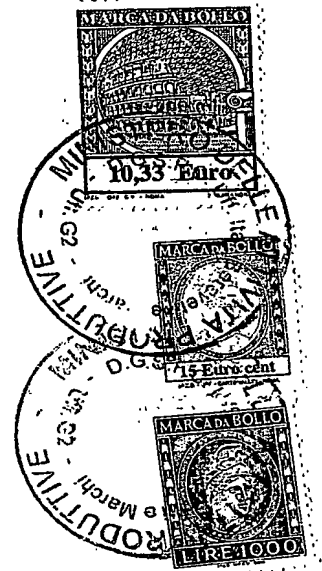


FIG. 54

2003A001566

IL MANDATARIO  
 Ing. Gianmarco PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 999/BM



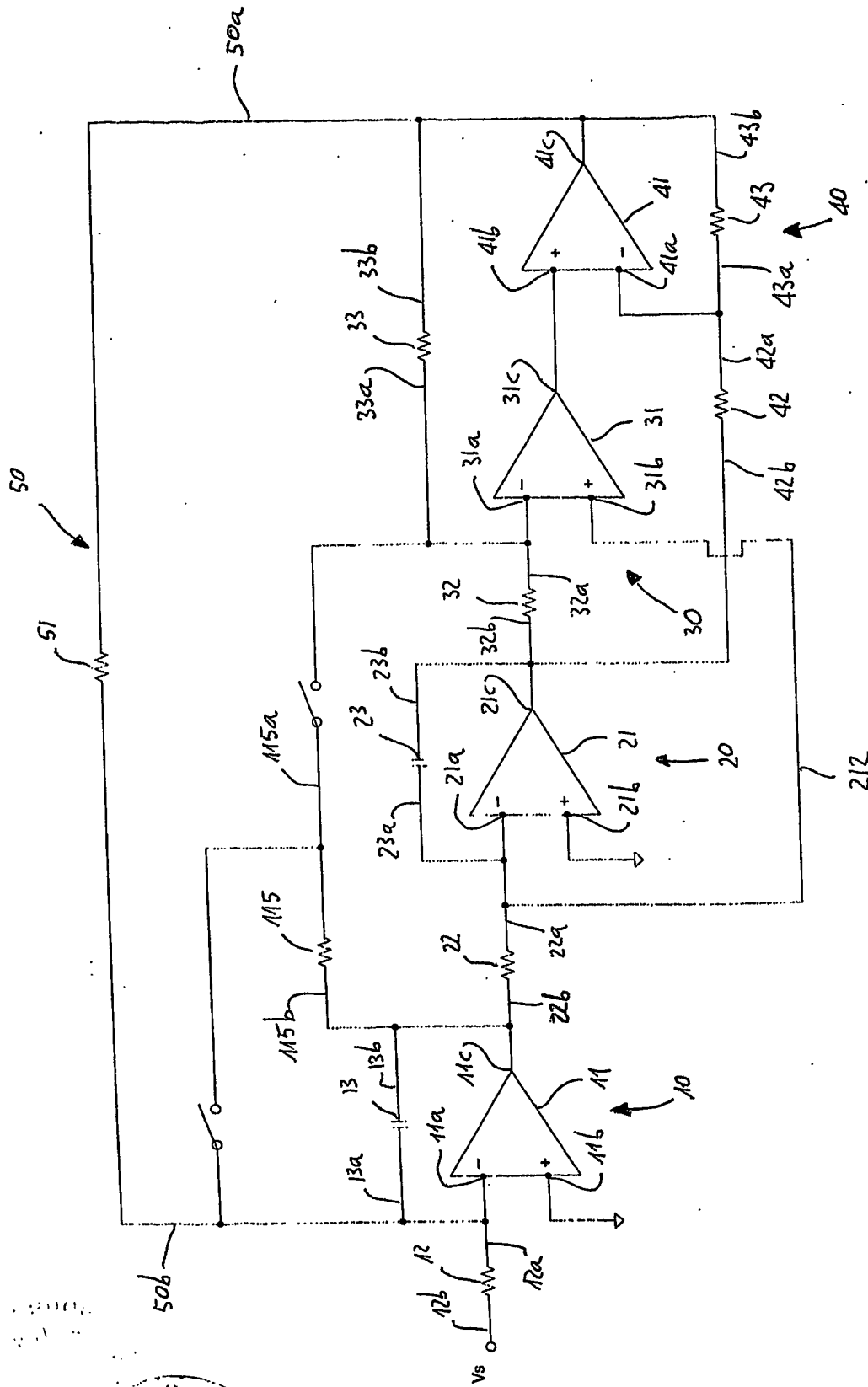


FIG. 55

IL MANDATARIO

Ing. GIAMMARCO PONZELLINI  
iscritto all'Albo con il n. 997301

*3x cell*

2003A0015616



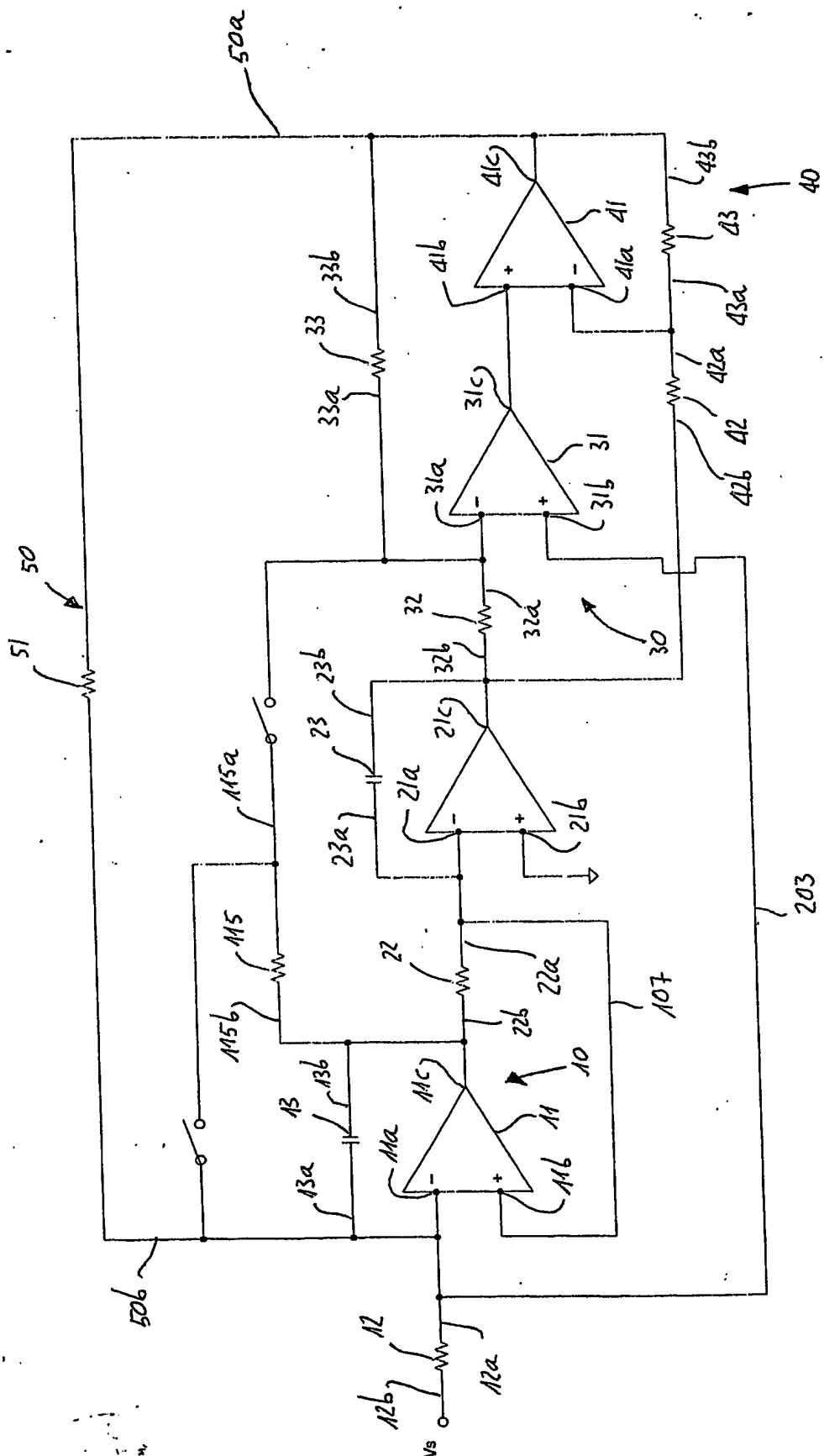


FIG. 56

IL MANDATARIO

Ing. Giancarlo PONZETTI

Isento all'atto con 17/04/88

17/04/88

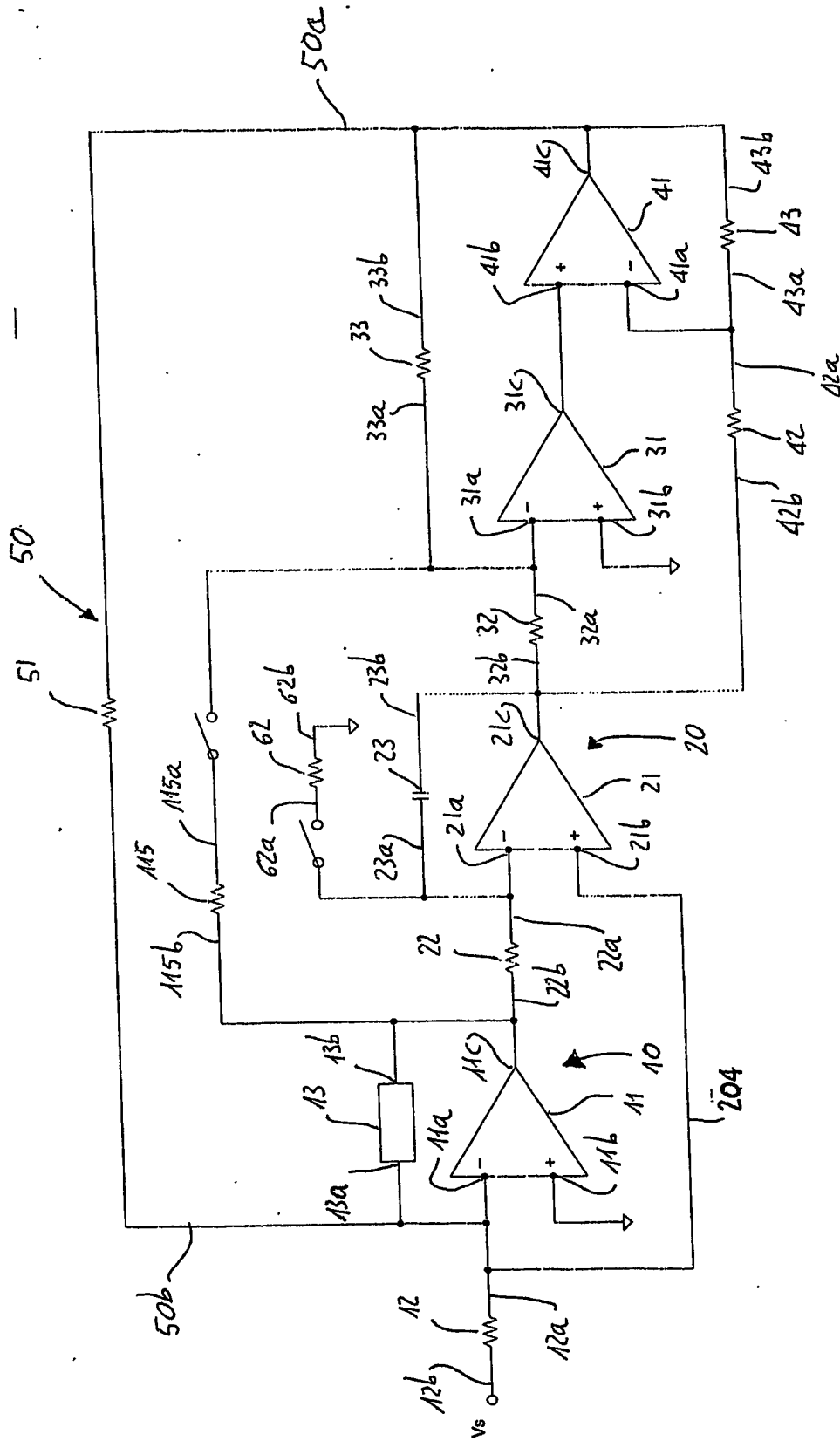


FIG. 57

2003A0015616

IL MANDATARIO

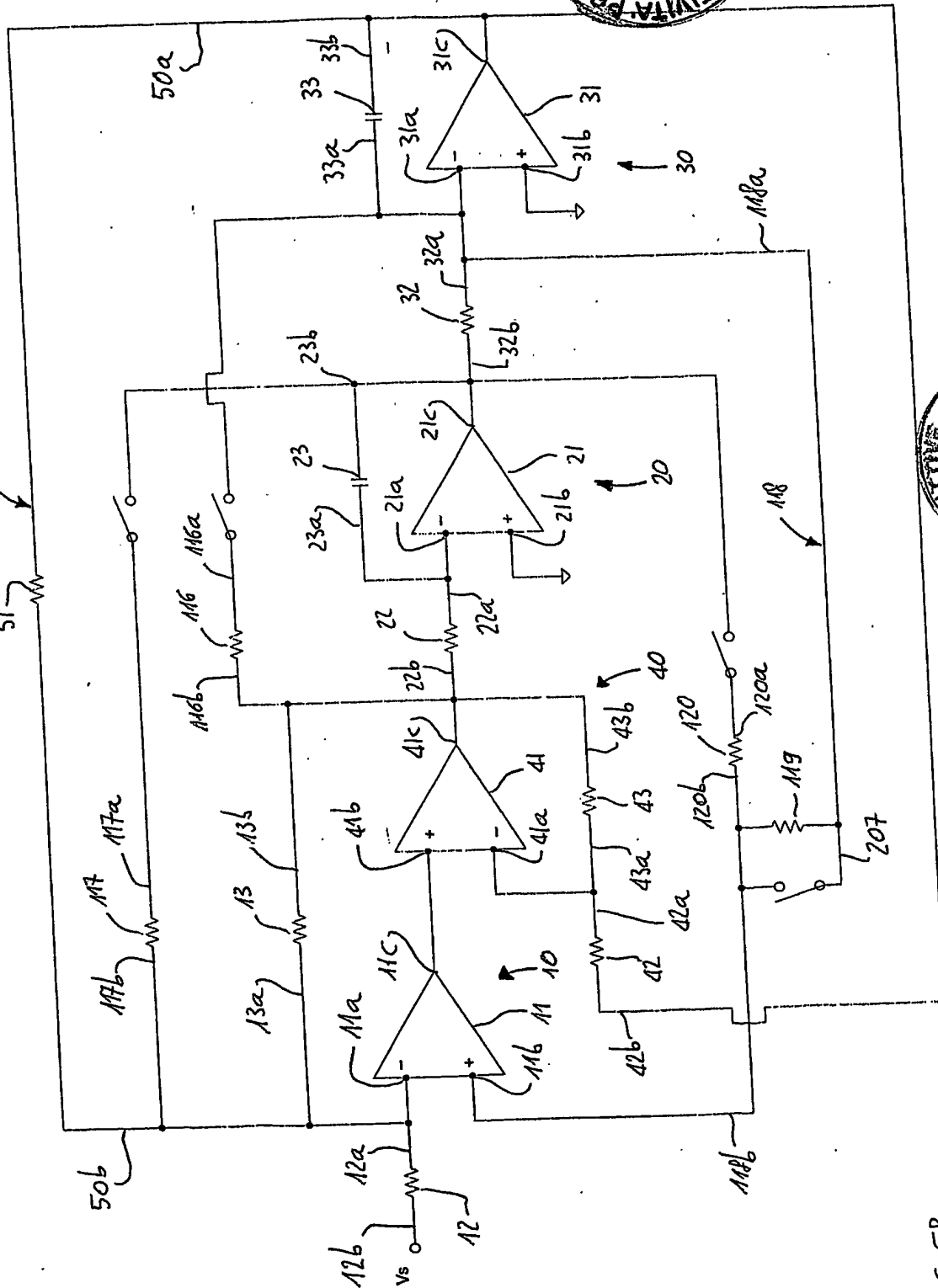
Ing. Gianmarco PONZOLINI

Ischia (NA) 80138



2003A0015616

FIG. 58



IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Isolato all'Alto con il n. 101.BM



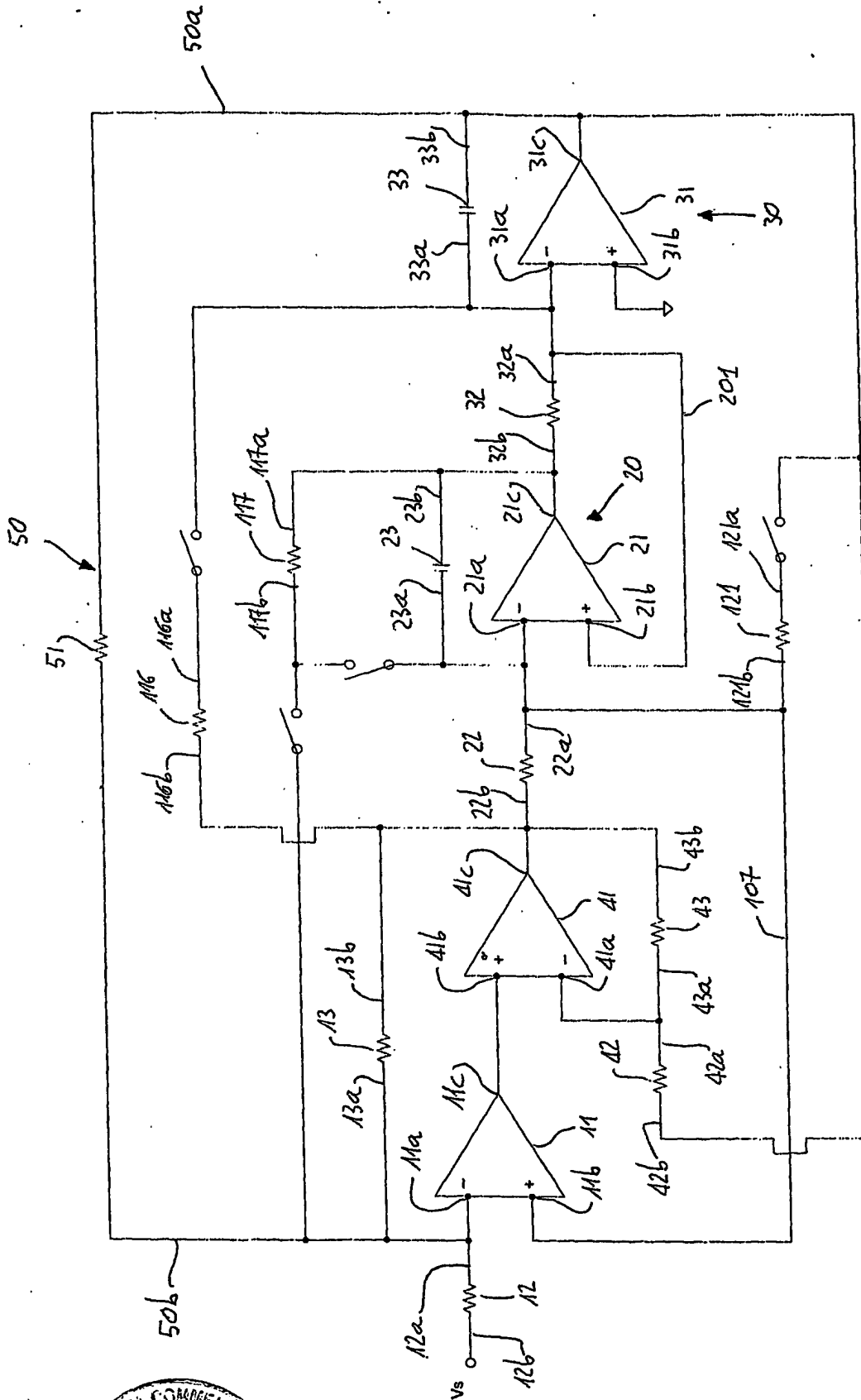


FIG. 59

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmario PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con n. 801 BM

2003A001566

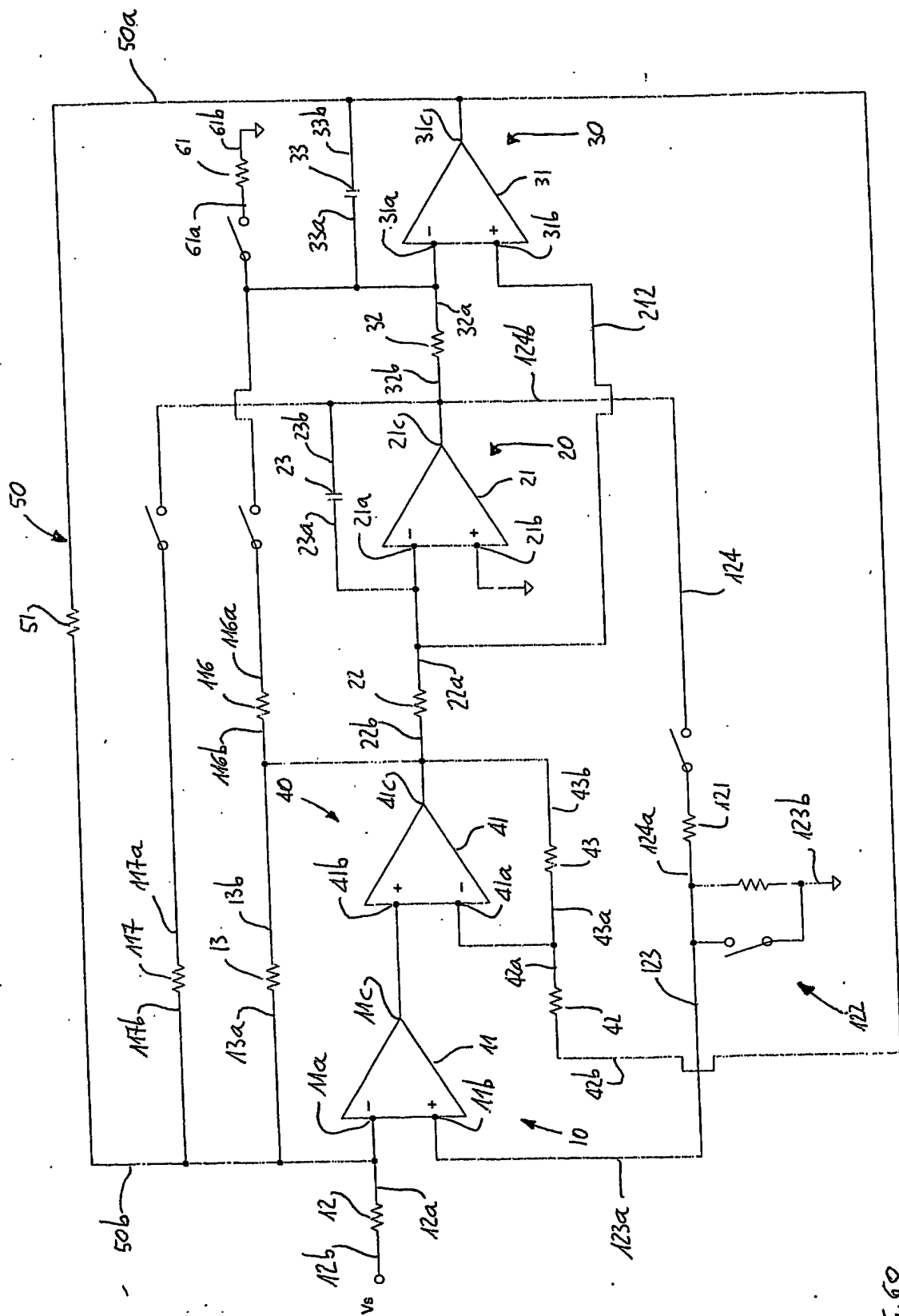


FIG. 60

IL MANDATARIO  
 Ing. Gianmarco PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con n. 901 BM

2003A0015618

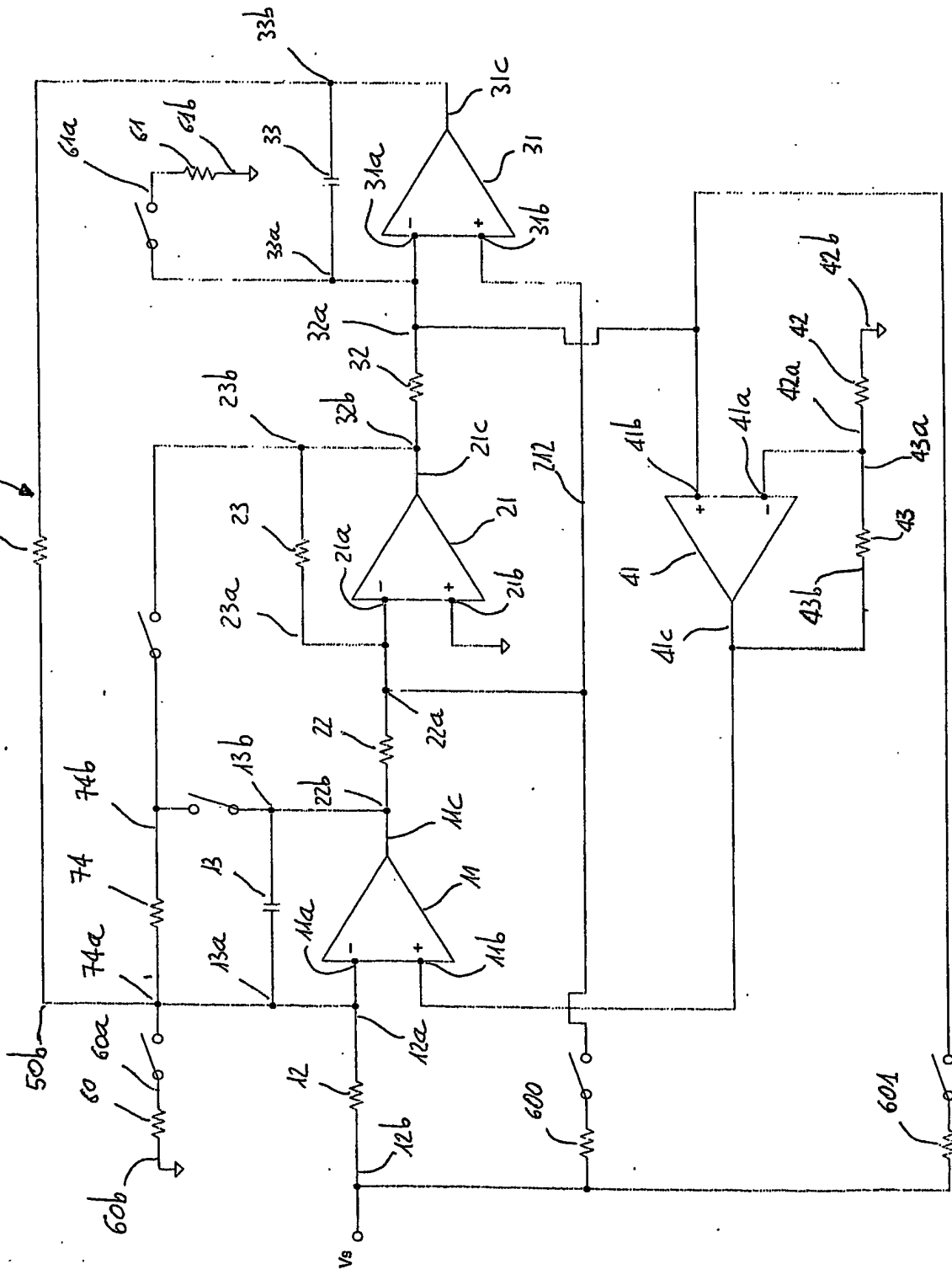


FIG. 61

IL MANDATARIO  
ING. GIAMPAOLO PONZELLINI  
SCRITTO ALL'ABBO CON IL N. 901 BML

Per

2003A001566

MI 200 340015616

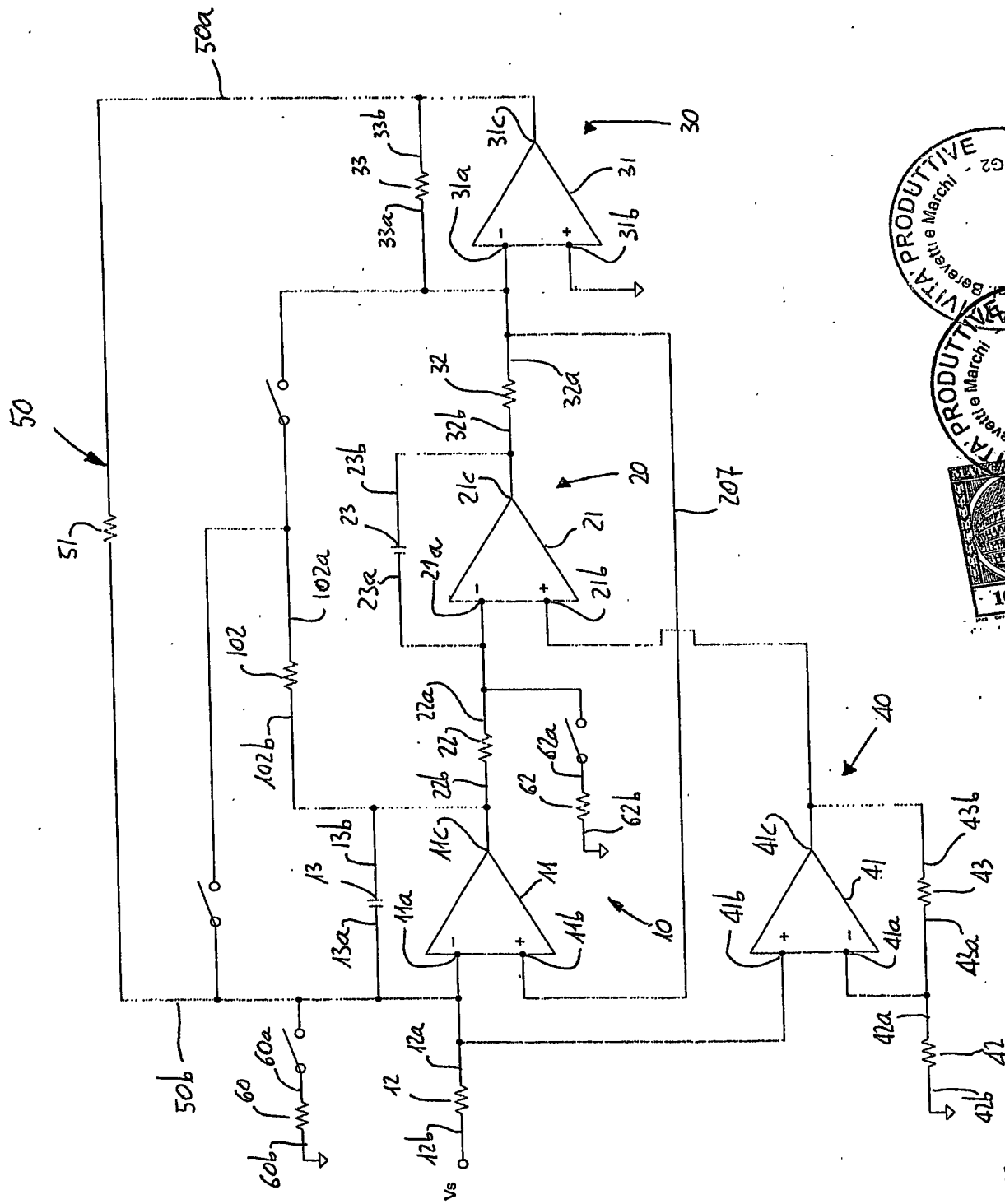
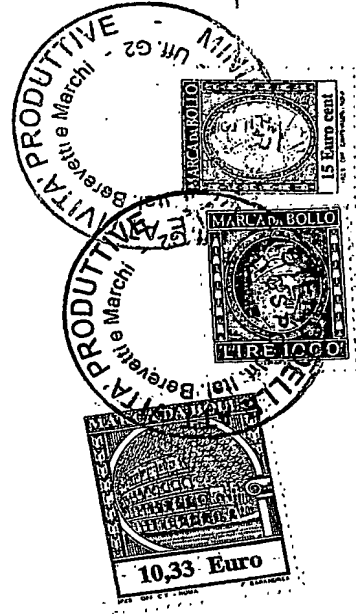


FIG. 62



IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Scritto all'Albo con il n. 301-BM

2003A0015616

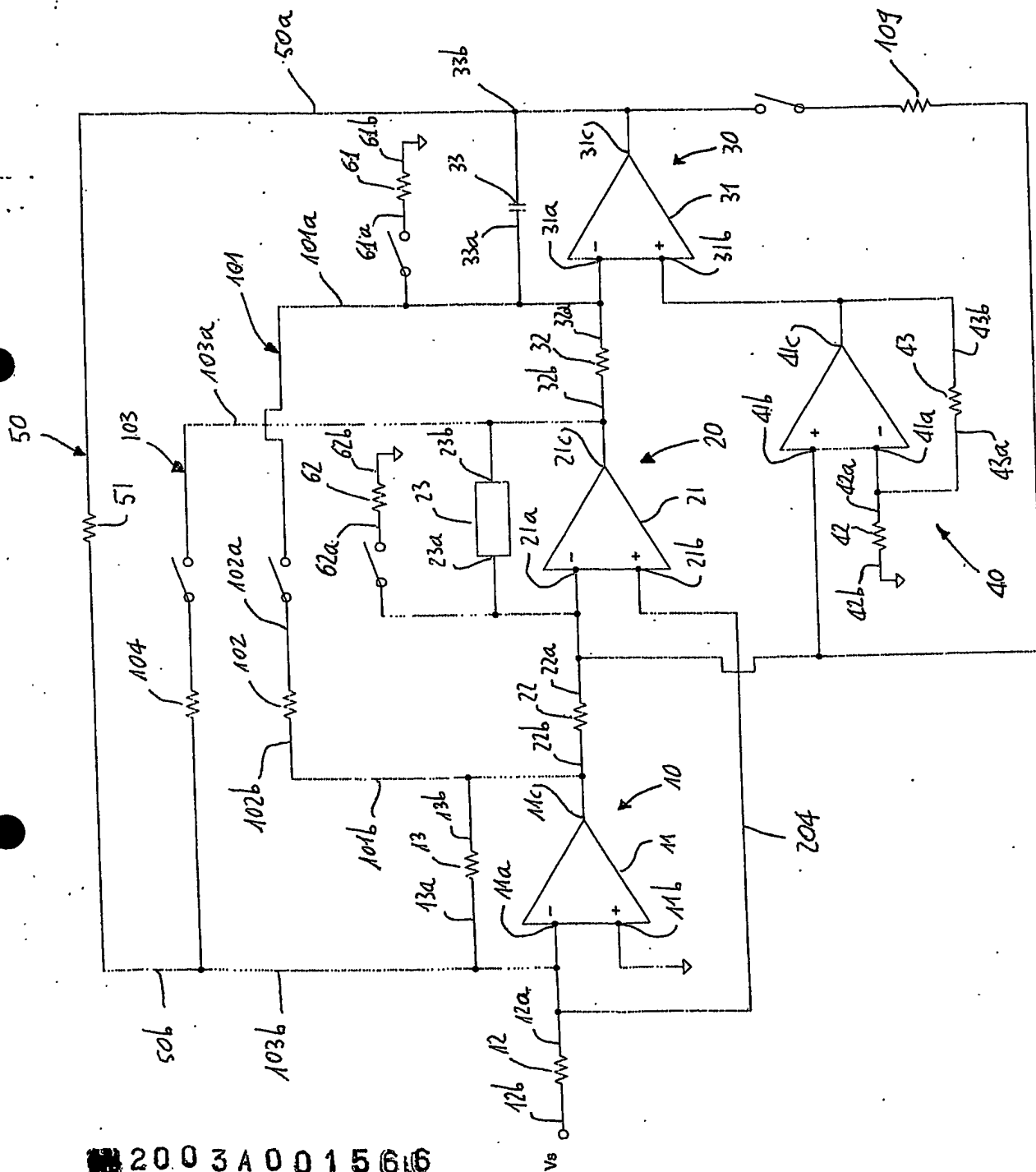


FIG. 63

IL MANDATARIO  
 INC. CANTARGO POWER LINE  
 INC. CANTARGO con il n. 9078M

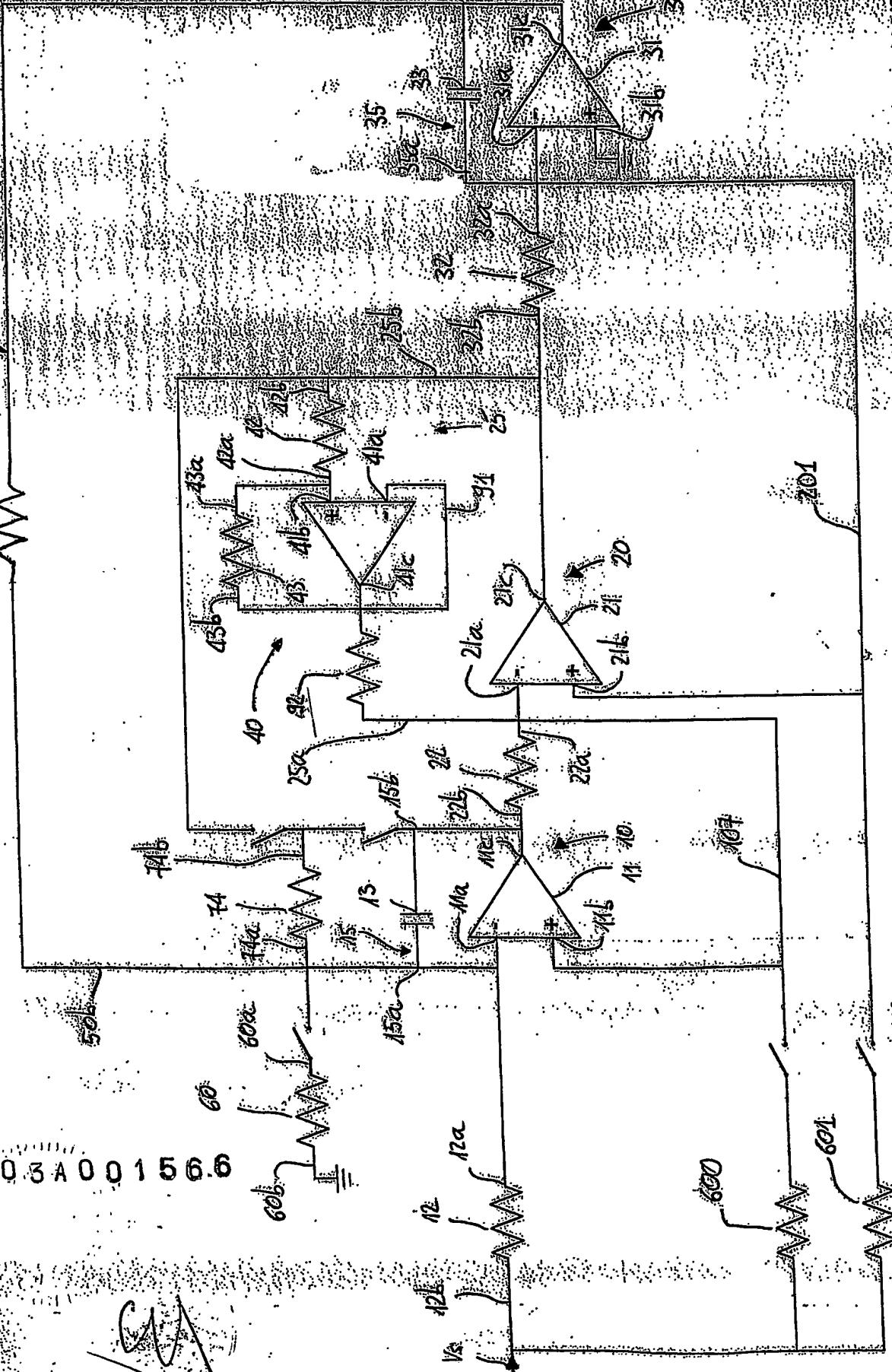
*Donato*





1065

2003A001566

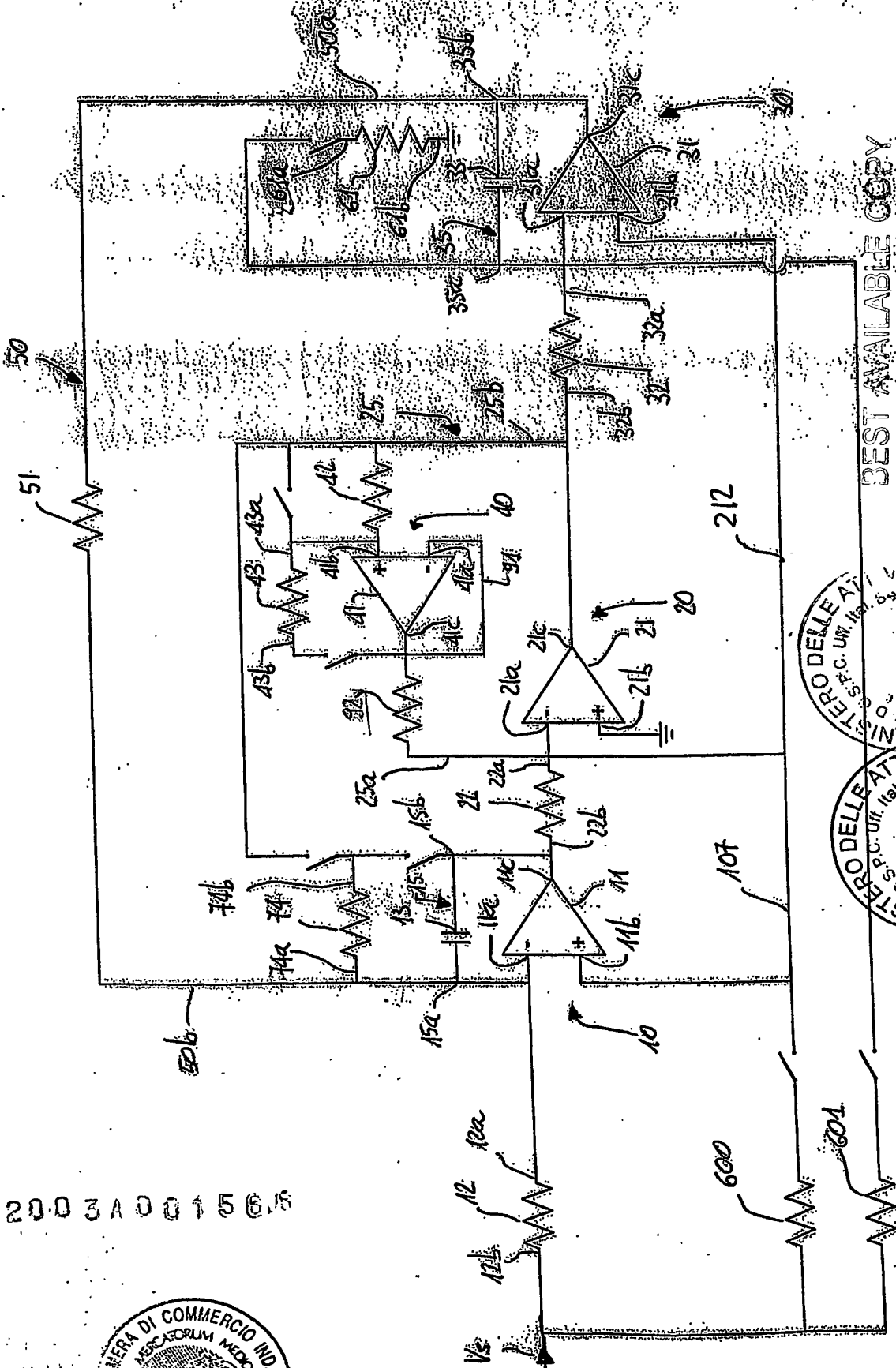


IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PUNZELLINI  
Ing. Giancarlo PUNZELLINI  
Ing. Giancarlo PUNZELLINI

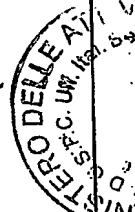
BEST AVAILABLE COPY

FIG. 66

2003A0015615



BEST AVAILABLE COPY

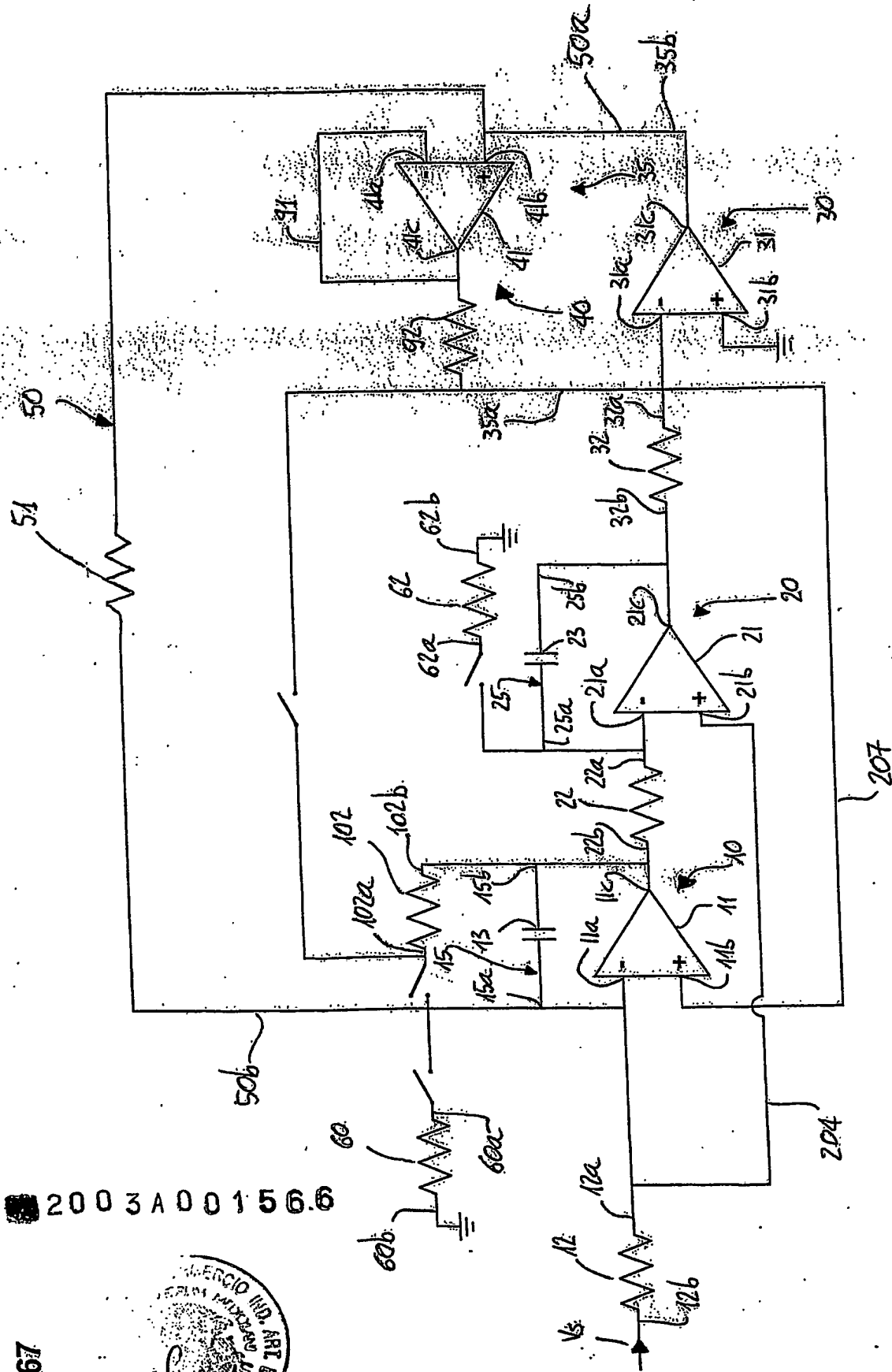


10,33 Euro

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
Scritto all'Albo con il n. 901 BM  
Dott. Ponzellini

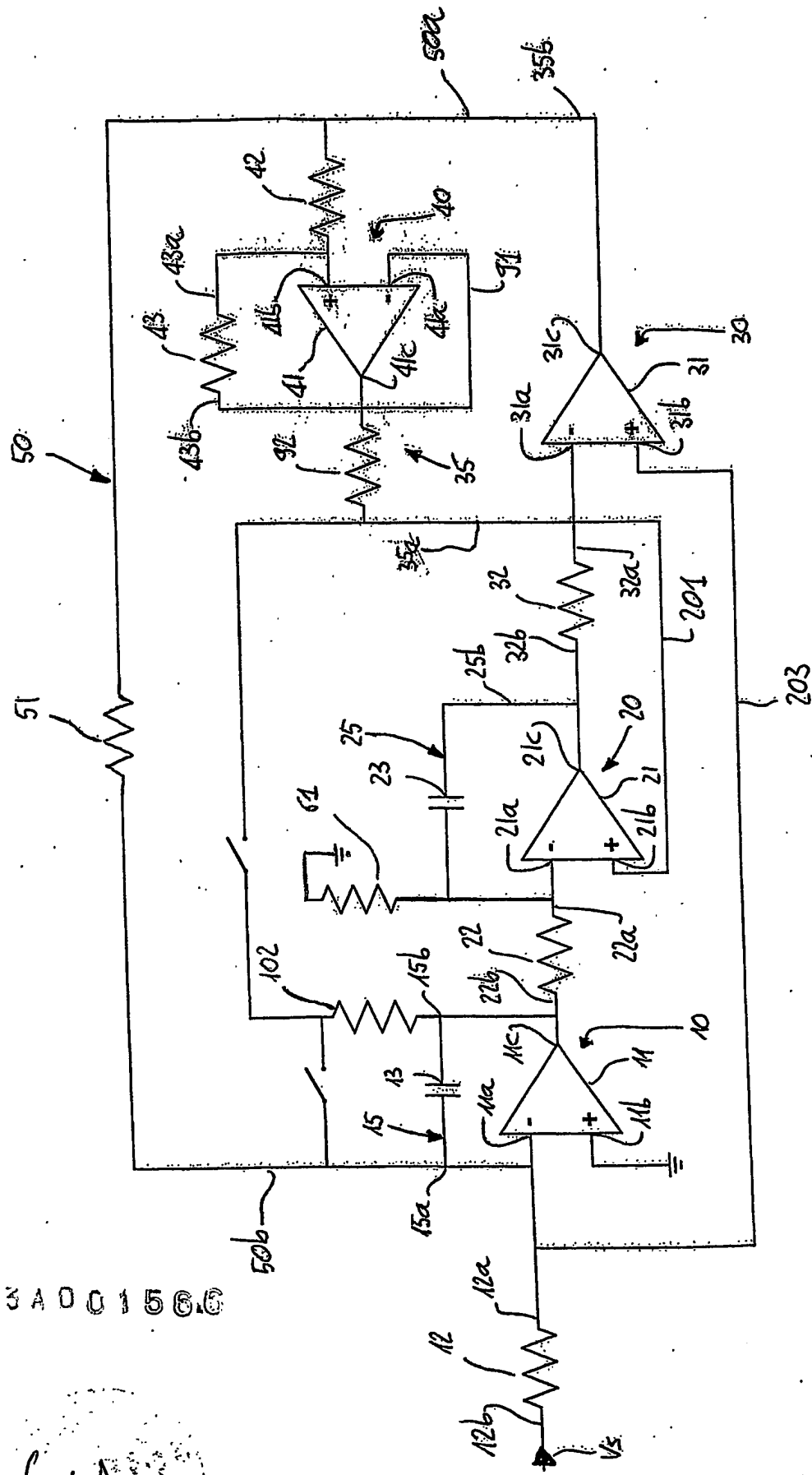
IG-67

2003A001566



IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
iscritto all'Albo con n. 801-BM

2003A001566



IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco PONZELLINI  
AUTORELLA  
BEST AVAILABLE COPY  
901 BM

2003A001566

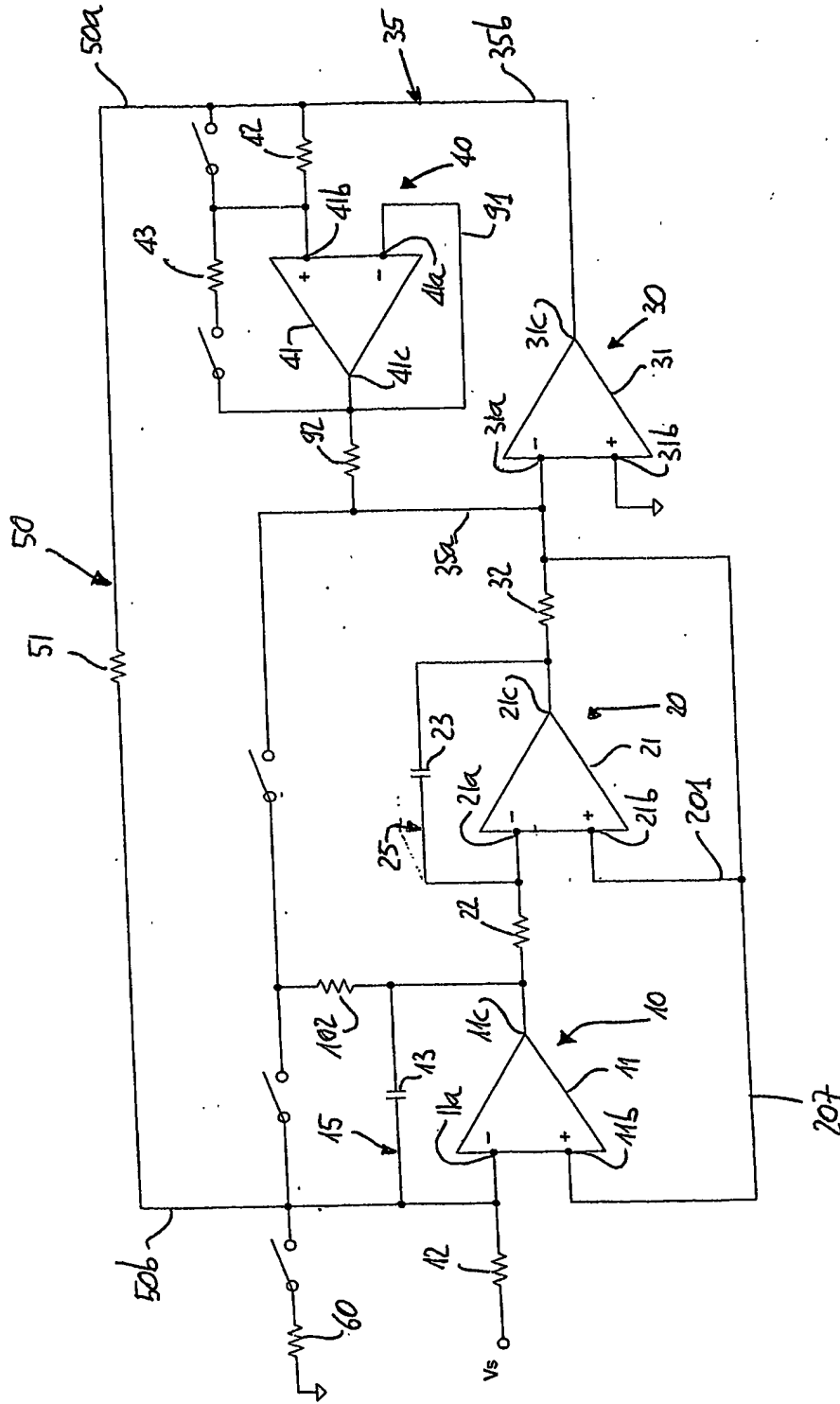


FIG. 69

IL MANDATARIO  
 GIAMMARCO PONZELLINI  
 Istituto all'Aldo con il n. 901 BM  
 Non 22

M 200 3 A 001 5615

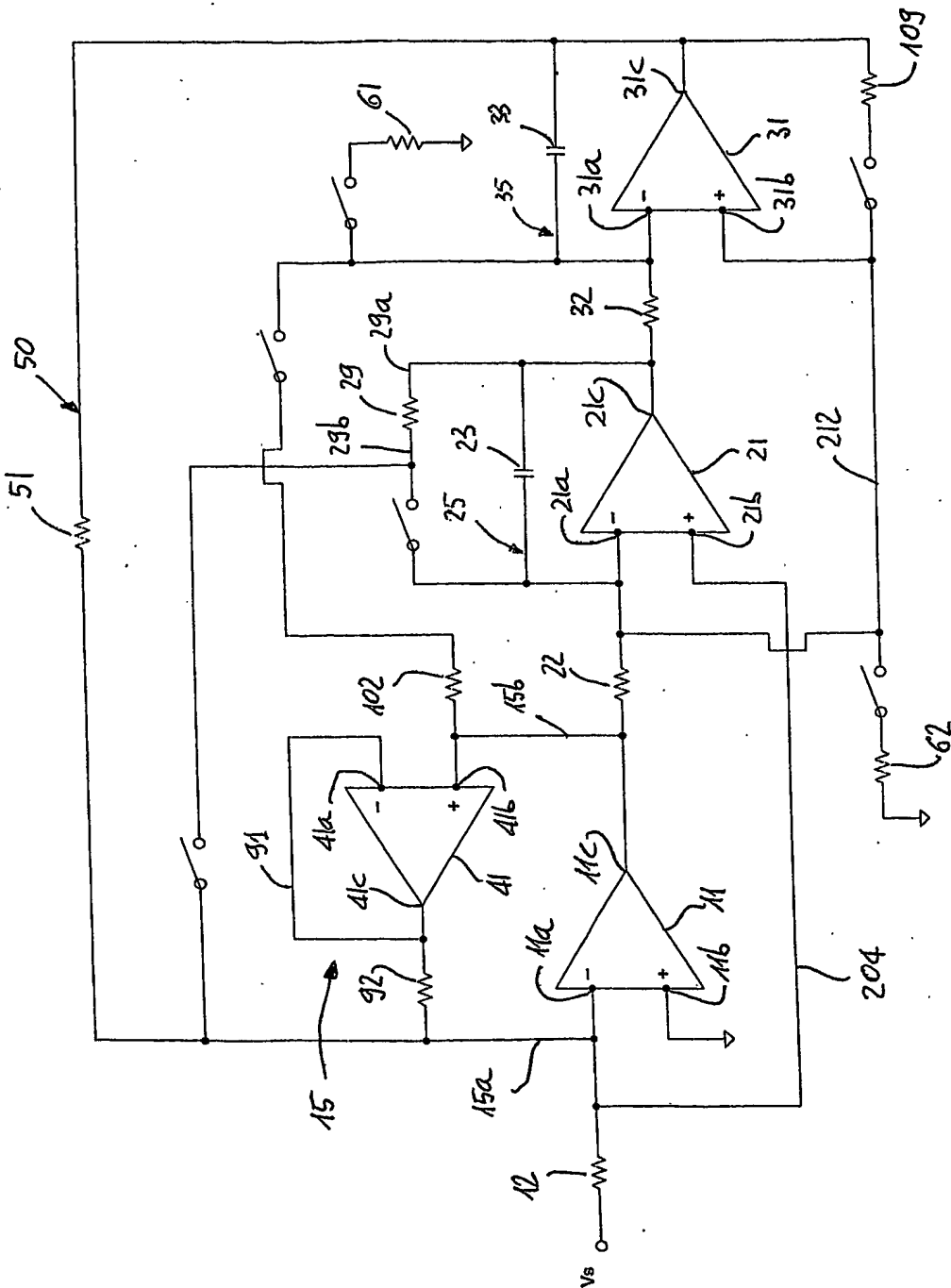


FIG. 70



IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
Iscritto all'Albo con il n. 901/80

2003A001566

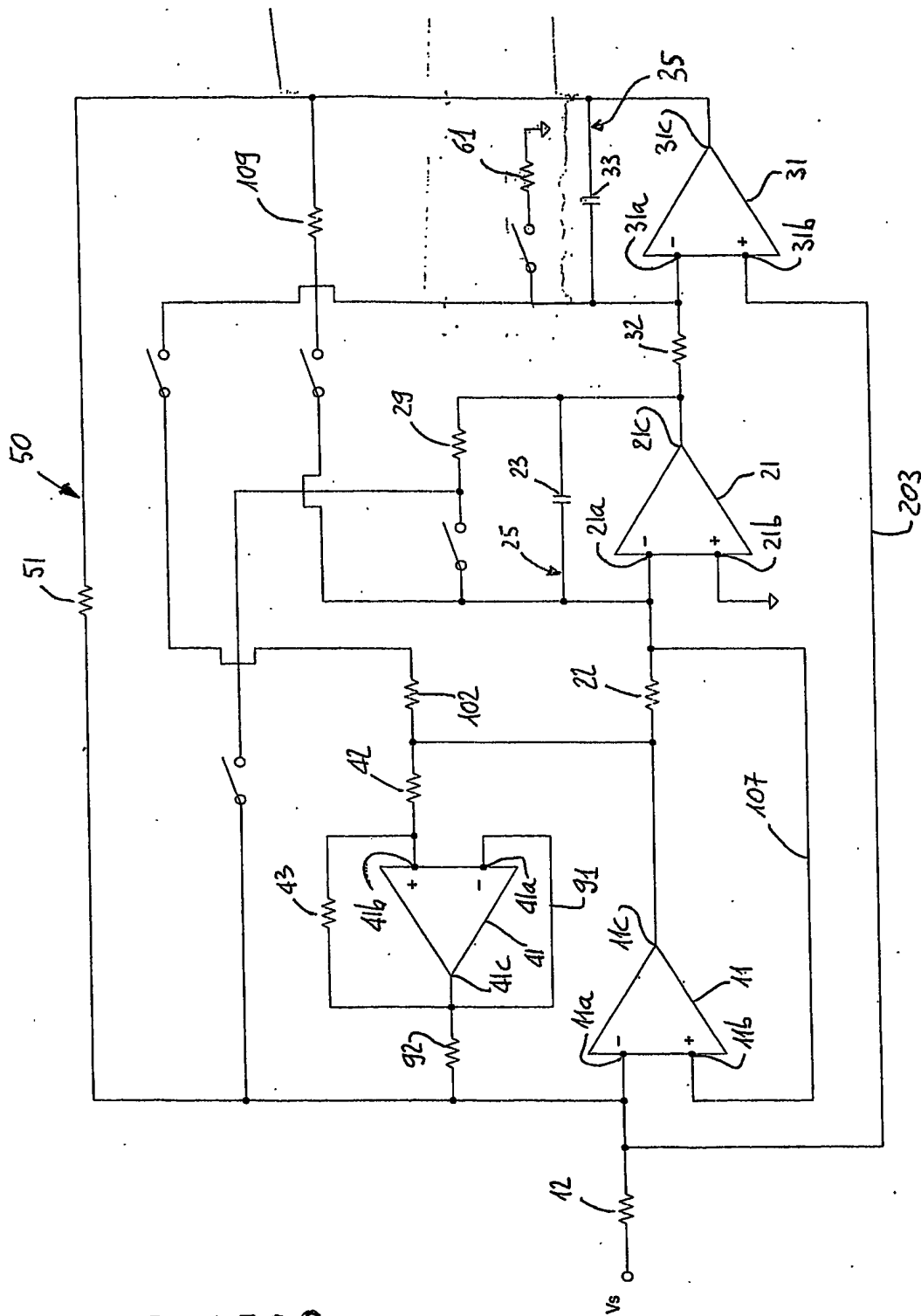


FIG. 71

IL MANDATARIO  
Ing. Gianmarco POZZELLINI  
Isolotto all'Industria con il n. 991 B/M

*Pozzellini*



2003-001563

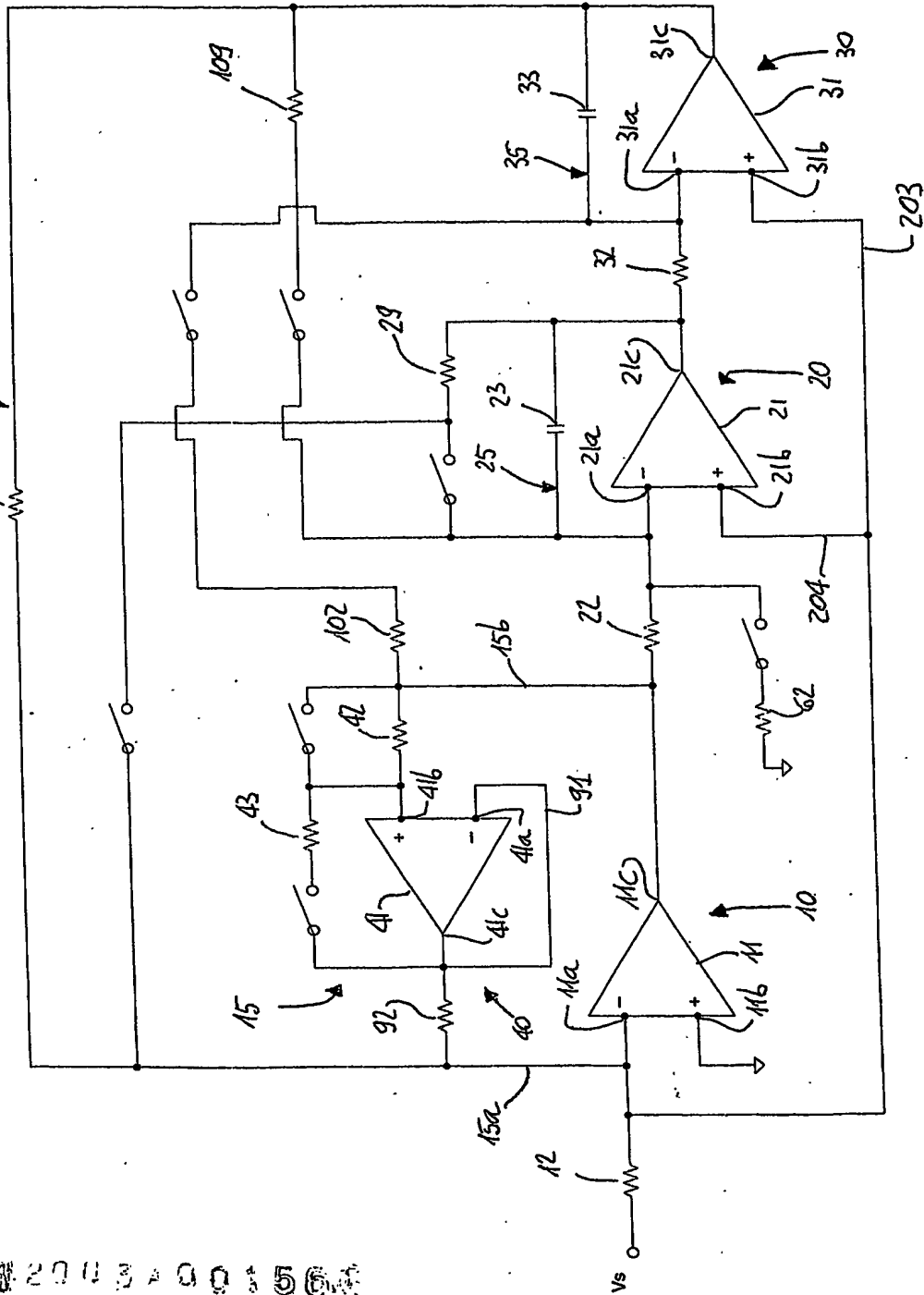
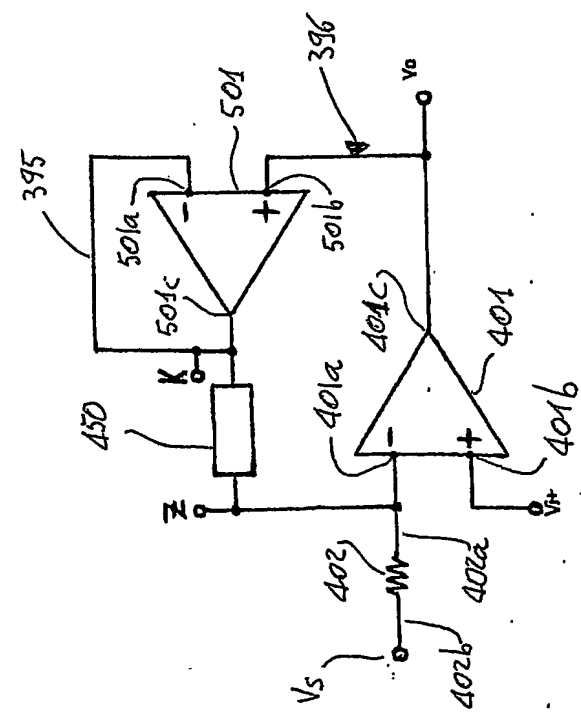
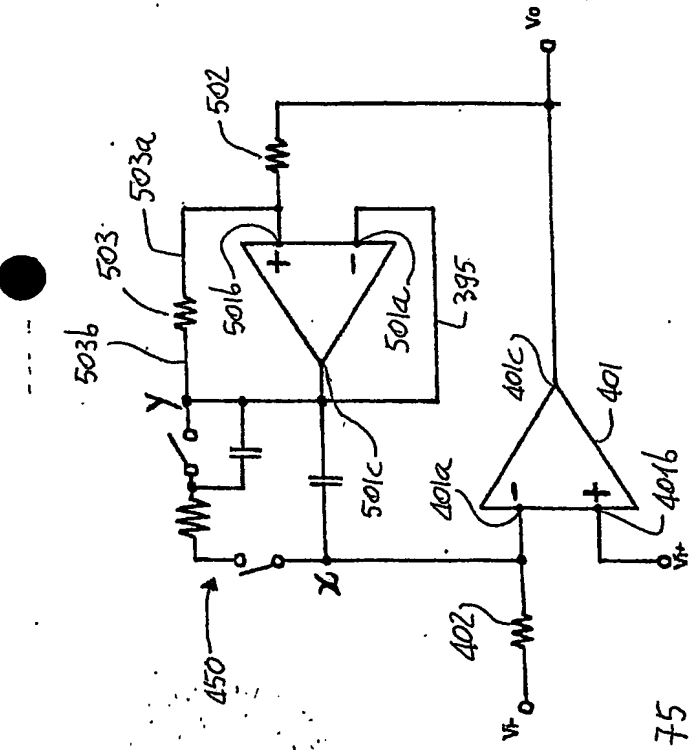
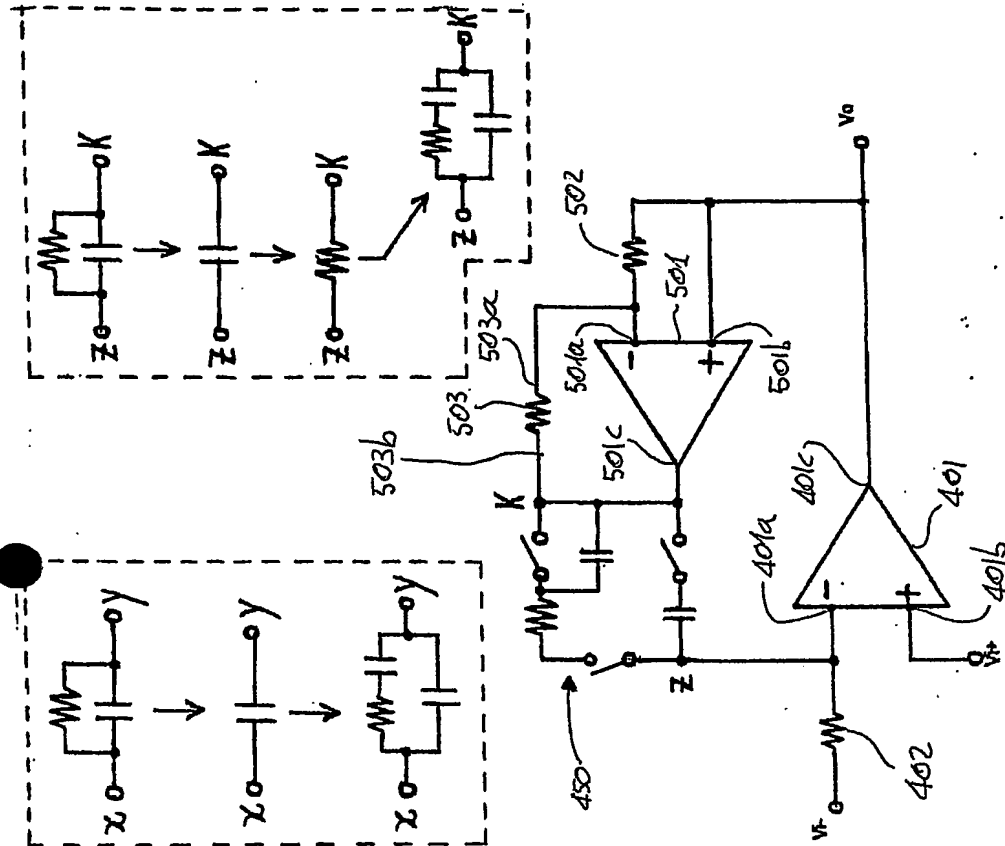


FIG. 72

IL MANDATARIO  
Ing. Giampaolo PONZELLINI  
iscritto all'Abo con il n. 90781  
*Ponzellini*



IL MANDATARIO  
 Ing. Giancarlo PONZELLINI  
 iscritto all'Albo con il n. 801/81

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**